



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Lean Manufacturing para la mejora del proceso de
fabricación de calzado para damas**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Jose Leonardo BERMEJO DÍAZ

ASESOR

Daniel Humberto MAVILA HINOJOZA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Bermejo, J. (2019). *Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

METADATOS

Código ORCID del autor: NO APLICA

Código ORCID del asesor: <https://orcid.org/0000-0002-3993-1836>

Grupo de investigación: NO APLICA

Institución financiada parcial o total: NO APLICA

Ubicación geográfica de la investigación: Calle Domingo Elías N° 980 Surquillo,
Lima - Perú.

Año o rango de años de la investigación: (2018 - 2019)

DNI: 43563492



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°019-VDAP-FII-2019

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **jueves 13 de junio de 2019**, a las 12:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

“LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALZADO PARA DAMAS”

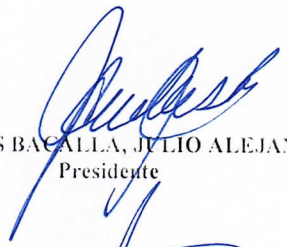
Que presenta el Bachiller:

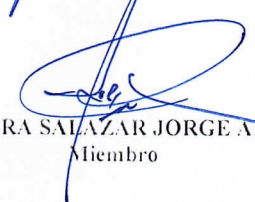
BERMEJO DÍAZ JOSE LEONARDO

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria**.


Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 13:10 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación promedio de DIECISEIS, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 13 de junio del 2019


MG. SALAS BACALLA, JULIO ALEJANDRO
Presidente


ING. PEREYRA SALAZAR JORGE ANTONIO
Miembro


ING. TIBURCIO ALVA, ROSA MARIA
Miembro


MG. MAVILA HINOJOZA, DANIEL HUMBERTO
Asesor

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, por todas las bendiciones que me ha dado y por la oportunidad de seguir mejorando día tras día.

A mis amados padres José Bermejo y María Díaz y a mi hermana Pamela por su amor incondicional y por siempre creer en mí.

A mis seres queridos, a mi asesor y a todos los maestros por todas sus enseñanzas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en una empresa manufacturera de calzado de cuero para damas con el objetivo de mejorar el proceso de fabricación a través de la eliminación de despilfarros, para este fin se hizo uso de la metodología Lean Manufacturing (manufactura esbelta) con sus respectivas herramientas (5S, Jidoka, Kanban y SMED) debido a la practicidad de la metodología, su adaptabilidad a cualquier tipo de compañía y sobre todo porque se centra en mejorar con los mismos recursos.

Como primer punto se define el problema de la investigación, que se sitúa en un inadecuado proceso de fabricación que genera pérdidas debido a los continuos retrasos, los cuales vienen precedidos por los problemas específicos que vienen de una inadecuada calidad, tiempo de abastecimiento y productividad. También se definieron las justificaciones, el objetivo general y los objetivos específicos.

Seguidamente se presenta el marco teórico que incluye los antecedentes tanto nacionales como internacionales, las bases teóricas y el marco conceptual referentes a la metodología Lean Manufacturing. Luego se plantea la hipótesis general, las hipótesis específicas y se definen las variables. Posteriormente se define el diseño, tipo, nivel, enfoque, población y muestra de la investigación, la técnica de recolección y procesamiento de datos.

El análisis de los procesos productivos (población) nos arrojó que el proceso más crítico es el del armado, por lo que fue la muestra para la implementación de la metodología Lean Manufacturing. El análisis de los índices, anteriormente mencionados, del proceso de armado nos indicó que no se estaban cumpliendo las metas planteadas, que es un cuello de botella para los procesos posteriores y que permitió identificar plenamente los

despilfarros que contenía como: tiempo de espera, sobreproceso, defectos y movimientos innecesarios.

Después de obtener y analizar los datos del proceso de armado se diseñó las herramientas a implementar en el proceso: 5S, Jidoka, Kanban y Single Minute Exchange of Die (SMED), se formaron los equipos Kaizen y fueron capacitados en dichas herramientas. Las 5S permitieron tener un adecuado ambiente de trabajo y evitó movimientos innecesarios en la búsqueda de materiales y herramientas. El Jidoka permitió seguir una trazabilidad desde donde se originó el defecto hasta donde se detectó, también permitió la Autonomatización. El Kanban consiguió reducir el tiempo de abastecimiento de materiales al tener listo lo que se requería para la producción. Mientras que el SMED permitió mejorar y/o eliminar actividades que no agregaban valor al proceso durante el cambio de preparación de lotes.

La combinación de la implementación de dichas herramientas, de acuerdo a los resultados obtenidos, permitió mejorar los índices de calidad, tiempo de abastecimiento y productividad al eliminar los desperdicios del proceso de armado y sentaron el precedente para una posterior implementación en todos los procesos de la empresa asegurando una mejora total del proceso de fabricación de calzado para damas. Estos beneficios no sólo quedan en el mejoramiento de los índices, sino que permitieron la participación y compromiso de todos los niveles de la empresa, mejoraron el clima laboral y motivaron al personal.

La presente tesis permitió demostrar los beneficios que brinda la metodología Lean Manufacturing y aspira a ser un punto de referencia para futuras investigaciones ya que todo proceso, de cualquier compañía, puede ser mejorado.

Palabras Claves: Productividad, Calidad, Lead time, Lean Manufacturing, 5S, Jidoka, Kanban y Single Minute Exchange of Die (SMED).

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN.....	xii
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 Descripción de la realidad del problema	14
1.2 Definición del problema	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos.....	16
1.3 Justificación e importancia de la investigación	16
1.3.1 Justificación teórica	16
1.3.2 Justificación práctica	17
1.3.3 Justificación metodológica	17
1.4 Objetivos de la investigación.....	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1 Investigación Internacional	20
2.1.2 Investigación Nacional	23
2.2 Bases teóricas	26
2.2.1 Definición de Lean Manufacturing.....	26
2.2.2 Los Pilares de Lean Manufacturing.....	27
2.2.3 Concepto de Despilfarro	32
2.2.4 Tipos de Despilfarro	33
2.2.5 Situación Actual. Value Stream Mapping (VSM).....	36
2.2.6 Herramientas de Lean Manufacturing	39
2.2.7 Concepto de Productividad.....	47
2.2.8 Medición de la productividad	49
2.2.9 Administración de la Calidad	50

2.3 Marco conceptual	52
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	54
3.1 Hipótesis General	54
3.2 Hipótesis Específicas	54
3.3 Variables	54
3.3.1 Variable Dependiente	54
3.3.2 Variable Independiente	54
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	55
4.1 Tipo de Investigación	55
4.2 Diseño de la Investigación	55
4.3 Población y Muestra	56
4.3.1 Población	56
4.3.2 Muestra	56
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	57
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	58
5.1 Diagnóstico situacional de la Empresa	58
5.1.1 Descripción de la empresa	58
5.1.2 Descripción del proceso de fabricación	61
5.1.1 Análisis de los procesos de producción	64
5.1 Herramientas Lean empleadas	75
5.1.1 Mapeo del proceso (VSM) futuro	75
5.1.1 5S	76
5.2.3 Jidoka	81
5.2.4 Kanban	84
5.2.5 SMED	87
5.3 Análisis y Resultados	91
5.4 Contrastación de hipótesis	93
5.4.1 Formulación de la hipótesis estadística de Calidad	93
5.4.2 Formulación de la hipótesis Lead time	94
5.4.3 Formulación de la hipótesis Productividad	95
5.5 Discusión de resultados	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
6.1 Conclusiones	101

6.2 Recomendaciones	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tipos de Productos</i>	59
Tabla 2.	<i>Producción de pares de calzado 2018</i>	67
Tabla 3	<i>Producción de pares de calzado y defectos 2018</i>	69
Tabla 4	<i>Indicadores del proceso de armado actual</i>	74
Tabla 5	<i>Horario de limpieza en el área de armado</i>	79
Tabla 6	<i>Indicadores del proceso de Armado después de implementación</i>	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Implementación del Lean Manufacturing	27
Figura 2. Mejora continua	28
Figura 3. Lead time	31
Figura 4. Despilfarro	32
Figura 5. Value Stream Mapping	37
Figura 6. Simbología del VSM.....	38
Figura 7. VSM y Mejora continua.....	39
Figura 8. 5 S	41
Figura 9. Círculo de frecuencia de uso	41
Figura 10. Nivelación de la producción	43
Figura 11. Flujos de información y materiales	44
Figura 12. Tiempo de cambio.....	45
Figura 13. TPM	46
Figura 14. Jidoka	47
Figura 15. Cadena de suministros	60
Figura 16. Proceso de corte	61
Figura 17. Proceso de desbaste.....	62
Figura 18. Proceso de aparado.....	62
Figura 19. Proceso de armado	63
Figura 20. Proceso de ensuelado	63
Figura 21. Proceso de acabado	64
Figura 22. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de calzado	64
Figura 23. Diagrama de Actividades del proceso de fabricación de calzado	65
Figura 24. VSM actual del proceso de fabricación de calzado	66
Figura 25. Layout actual y diagrama de recorrido	67
Figura 26. Producción de pares de calzado Plan VS Real 2018.....	68
Figura 27. Diagrama Pareto incumplimiento de producción 2018	68
Figura 28. Numero de pares con defectos por proceso 2018	69
Figura 29. Diagrama Pareto Número de pares defectuosos 2018	70
Figura 30. VSM Actual del proceso de armado	71
Figura 31. DOP del proceso de armado	72
Figura 32. Figura 5.18 DAP del proceso de armado	73

Figura 33. VSM futuro del proceso de fabricación de calzado	76
Figura 34. Tarjeta roja 5S.....	77
Figura 35. Listado de seguimiento de tarjetas rojas	77
Figura 36. Orden de las hormas para armado.....	78
Figura 37. Limpieza del área de armado	79
Figura 38. Formato de auditoría 5S.....	81
Figura 39. Pizarra “semáforo”.....	82
Figura 40. Hoja de registro de defectos.....	83
Figura 41. Formato de MAQ.....	84
Figura 42. Layout actual del proceso de armado.....	85
Figura 43. Layout final con diseño “U” del proceso de armado	86
Figura 44. Tarjeta Kanban.....	87
Figura 45. Cronograma inicial del tiempo dedicado a realizar el cambio de molde	88
Figura 46. Tiempo de cambio de molde de calzado.....	89
Figura 47. Cronograma final del tiempo dedicado a realizar el cambio de molde.....	91
Figura 48. Diferencia de medias para Número de pares diarios defectuosos.....	94
Figura 49. Diferencia de medias para Tiempo de abastecimiento por par	95
Figura 50. Diferencia de medias para Tiempo de producción por par	97
Figura 51. Diferencia de medias para Número de pares diarios producidos.....	98
Figura 52. Resultados del Número de pares diarios defectuosos	99
Figura 53. Resultados Tiempo de abastecimiento por par	99
Figura 54. Resultados Tiempo de producción por par	100
Figura 55. Resultados Número de pares diarios producidos	100

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en este mundo cada día más globalizado, competitivo y cambiante las compañías deben adaptarse cada vez con mayor rapidez, por lo que necesitan actualizarse constantemente y buscar la mejora de sus procesos con el fin de satisfacer a sus clientes y no quedarse relegados. Por esto es importante basarse en tener buenos índices de calidad, tiempo de abastecimiento y productividad; los cuales le permitirán alcanzar a tan ansiada competitividad. Bajo esta premisa, la mayoría de compañías a nivel mundial, en búsqueda de esa mejora de procesos, implementa diversas metodologías; entre las que destaca la metodología Lean con sus variados tipos. Para el presente trabajo de investigación se decidió por el Lean Manufacturing.

La metodología Lean Manufacturing, también conocida como Manufactura Esbelta, nos permite en primer lugar realizar un análisis de la situación actual a través del Value Stream Mapping (VSM) con lo cual se puede identificar los despilfarros (todo aquello que no agrega valor al producto) de los procesos para luego definir las herramientas (5S, Heijunka, Kanban, SMED, TPM y Jidoka) que se implementarán para eliminar los despilfarros. Por último se analiza la situación futura para cuantificar las mejoras obtenidas. El Lean Manufacturing se basa en la mejora continua, el control total de la calidad y el justo a tiempo. Es aplicable a cualquier tipo de compañía y resalta básicamente porque su implementación no requiere de grandes recursos; pero es fundamental el compromiso de toda la organización y la capacitación.

La empresa en estudio pertenece a la industria del calzado de cuero para damas y busca mejorar su proceso de fabricación, para evitar retrasos en sus entregas parciales y así satisfacer la demanda de sus clientes. Aprovechando la creciente demanda por calzado de cuero de 23% en el año 2017, según el Ministerio de la Producción. Motivo por el

cual se ve en la necesidad de implementar una metodología para mejorar el proceso productivo y es justamente acá donde encaja adecuadamente la metodología Lean Manufacturing con las herramientas, según correspondan de acuerdo al análisis del proceso.

En el presente trabajo de investigación se describe el proceso de implementación de la metodología Lean Manufacturing en una empresa manufacturera de calzado de cuero para damas, así como los resultados que se obtuvieron.

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema

La empresa en estudio pertenece al rubro de la fabricación y comercialización de calzado de cuero para damas con CIIU 1920. La empresa comercializa sus productos en los segmentos socioeconómicos A y B de la localidad de Lima Metropolitana. La ventaja competitiva de la empresa consiste en crear calzados femeninos únicos con un valor superior en el diseño y calidad al de otras opciones del mercado local. Constantemente participa en ferias internacionales de calzado con el fin de innovar los diseños y ofrecer al cliente nuevos productos que satisfagan sus necesidades.

Hoy en día debido a la gran competencia a nivel mundial y el reciente crecimiento en la producción nacional de calzado (2015 al 2017, Ministerio de la Producción) se presenta la necesidad de anticiparse, por lo menos un mes, a las temporadas de producción con el fin de tener las novedades antes que la competencia. Esto también permite tener un mayor y adecuado tiempo de los productos de temporada en exhibición al público (un mes antes de iniciar las estaciones del año), lo cual genera mayores ingresos al tener más tiempo para venderlos (17% más de ingresos \approx 204,000.00 soles).

Pero en los últimos años debido a diversos motivos como por ejemplo demora en la entrega de insumos, defectos en los productos, reprocesos y exceso de inventario en los procesos de fabricación del calzado, principalmente en el proceso de armado, no se ha conseguido el objetivo de anticiparse a la competencia, por el contrario se han presentado retrasos de hasta un mes en la producción (en lo que concierne a las entregas parciales de los pedidos) por la inadecuada productividad de los procesos. Los retrasos a su vez generan menores ingresos debido a que los consumidores recurren a la

competencia e incluso una considerable parte de la producción tiene que entrar directamente a remate o liquidación. El proceso de armado es el más crítico y restrictivo (cuello de botella) que genera mayores retrasos en los procesos posteriores.

Debido a los constantes retrasos, se viene perdiendo un considerable segmento del mercado (1,25% Ver Anexo 1) que la compañía había ganado a lo largo de los años y que ahora está siendo aprovechado por sus principales competidores. La empresa ha realizado una serie de estrategias como cambios en su estructura organizacional, capacitación al personal, buscando hacerle frente a los constantes retrasos; sin embargo los resultados obtenidos no han sido los esperados ya que los retrasos debido a la inadecuada producción persisten.

De continuar por este camino sin mejorar la productividad del proceso de armado, la compañía va a perder el segmento de mercado en el que se había consolidado a lo largo de los años. Lo que a su vez impactará negativamente en las ganancias de la compañía y podría incluso llevar a tomar la decisión de reducir costos mediante la reducción de personal, la búsqueda de proveedores alternativos o insumos sustitutos, incluso hasta llegar a incrementar los precios.

Con el continuo incremento de la competitividad a nivel nacional e internacional en la industria del calzado, la empresa no puede continuar otorgando ventajas, como los retrasos productivos, a sus competidores. Esto sumado a las mayores exigencias de los consumidores en cuanto a anticipación de productos en exhibición, calidad, moda y precio.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas?

1.2.2 Problemas específicos

¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a la reducción del número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas?

¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a reducir el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas?

¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a reducir el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas?

¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a incrementar el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

Actualmente, con la frecuente aparición de nuevos competidores tanto a nivel nacional como internacional y las mayores exigencias del mercado y de los clientes en términos de tiempo, flexibilidad, precio y calidad se hace indispensable para las empresas buscar alternativas distintas a los métodos de producción tradicionales. Estos problemas son bastante comunes en las empresas del sector calzado. Por lo que el presente trabajo de investigación busca mostrar una solución para el problema de la inadecuada

productividad del proceso de armado de calzado para damas y contrastar los resultados de dicha solución. Además las conclusiones del trabajo de investigación permitirán incrementar los datos sobre la aplicación de la metodología al sector manufacturero de calzado.

1.3.2 Justificación práctica

Con la finalidad de lograr incrementar la productividad, produciendo más con los mismos recursos, se va a realizar un trabajo de campo para obtener información relevante que nos permitirá encontrar las principales causas y posteriormente plantear propuestas viables para incrementar la productividad del proceso de armado de la empresa. Con esto se conseguirá primero hacer frente a la competencia para recuperar el sector de mercado perdido y segundo mejorar la satisfacción de los clientes en cuanto a la satisfacción de la demanda a tiempo y de la calidad de los productos. Dentro de las mejoras que se buscan está mejorar los procesos que a su vez reflejará la reducción de los tiempos de producción al eliminar procesos o actividades que no generen valor, mejorar el control de calidad que evitará reprocesos, eliminar desperdicios de insumos y sobre todo se conseguirá una adecuada satisfacción de los clientes y por último se logrará mejorar la gestión de inventarios evitando así desabastecimiento de materiales y tener excesivos materiales en el almacén.

1.3.3 Justificación metodológica

Para mejorar la productividad de la empresa, en estudio, se propone la metodología Lean Manufacturing, que es aplicable a todo tipo de organización y que con sus distintas herramientas permite un enfoque hacia la perfección productiva. Por tal motivo es que la presente investigación permitirá reducir los siguientes desperdicios:

- Tiempos de espera.
- Reprocesos.
- Exceso de inventario.
- Defectos en los insumos y productos.

Además, con la reducción de los desperdicios e incremento de la productividad, la empresa alcanzará una mayor producción que se traducirá en la recuperación e incluso superar su participación en el mercado, inclusive podría iniciar con su plan de exportación a Chile. Obteniendo aún mayores ingresos. Con la presente investigación también podrá servir de referencia para otras empresas del rubro calzado.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

- Mejorar el proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.

1.4.2 Objetivos específicos

- Reducir el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.
- Reducir el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.
- Reducir el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.

- Incrementar el número de pares producidos en el proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigación Internacional

Beltrán y Soto (2017) concluyeron:

El uso de herramientas clásicas y/o actuales que se relacionaron para el desarrollo de la actividad investigativa, permitieron identificar los principales desperdicios presentes en los procesos del área de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.; y de manera metódica y practica buscar las posibles soluciones a las problemáticas presentadas usando la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas. (p. 75).

En cuanto a las herramientas que se emplearon, Beltrán y Soto (2017) concluyeron: “(...) se usaron las herramientas de la metodología Lean Manufacturing que cumplieran y se adaptaran a los tipos de desperdicios identificados, relacionados a las actividades en las cuales no todas las herramientas tuvieron la misma efectividad”. (p. 75).

Una vez implementadas las herramientas, Beltrán y Soto (2017) concluyeron que: “(...) en los procesos de recepción y despacho si se redujeron los desperdicios presentes en tiempos de espera y movimiento de material en estas áreas”. (p. 76).

De esta investigación se puede apreciar que la implementación de Lean Manufacturing a través de sus distintas herramientas permitieron un adecuado análisis de los desperdicios y posibilitó su tratamiento en dos procesos claves de la empresa.

Umba y Duarte (2017) concluyeron:

Con la aplicación de las mejoras propuestas se espera que el nuevo tiempo de horneado sea de 58,5 minutos por lote, que representa una reducción en el tiempo de horneado del 7,1%, esta reducción en la ventana de tiempo del horneado permitirá a la fábrica de almojábanas el Goloso a procesar mayor cantidad de lotes por día. (p. 76).

En cuanto a la inversión, Umba y Duarte (2017) concluyeron: “Las mejoras realizadas al proceso de fabricación de almojábanas no involucran inversión en nuevos equipos lo que significa que todas las reducciones en costos de la operación son ahorros netos”. (p. 76).

En cuanto a las ganancias, Umba y Duarte (2017) concluyeron: “En total en un año igual al 2016 con la misma demanda y con las mejoras realizadas en la fábrica, se está generando un ingreso adicional lo cual equivale a un 18,2 %”. (p. 76).

La investigación demuestra que la implementación del Lean Manufacturing permite la reducción de tiempos productivos y costos, lo cual se ve registrado en el incremento de los ingresos.

Chávez y Méndez (2014) concluyeron:

El sector industrial mexicano se enfrenta a una fuerte competencia en el mercado actual, donde compiten con empresas que garantizan calidad en sus productos a precios realmente competitivos, por lo que las empresas mexicanas deben adoptar estas metodologías a manera de poder colocarse en el mercado actual, de esta forma se puede reactivar el sector industrial mexicano, ya que esto implica un mayor impacto para el crecimiento de la economía mexicana. (p. 143).

En cuanto a la metodología y sus herramientas, Chávez y Méndez (2014) concluyeron:

La metodología de Manufactura Lean y 6 Sigma son herramientas muy poderosas que conducen mejora de las empresas, trayendo enormes beneficios para estas, principalmente la reducción de costos, así como los tiempos de producción, eliminar los desperdicios en los procesos, el aseguramiento de la calidad en sus productos, implementar medidas de seguridad de manera que continuamente se busca el punto óptimo en la operación de la empresa en general y que la calidad no sea un impedimento para que las empresas se puedan colocar en el mercado y sean competitivas. (p. 143).

Los autores confirman que, debido a la alta competencia, es adecuado implementar metodologías de mejora que contribuyan a ver temas como calidad, costos y tiempos de producción.

Gómez (2013) concluyó: “El control de desperdicios generó un mayor aprovechamiento de los materiales, especialmente los cueros, reduciendo las compras de los mismos y de otros insumos”. (p. 112).

En cuanto a la creación de hábito, Gómez (2013) concluyó: “La cultura de orden y aseo permitió crear conciencia en los operarios sobre la importancia de la misma, reduciendo el desorden, los desperdicios y la mala imagen que tenía la fábrica en sus inicios”. (p. 112).

Con respecto a las mejoras, Gómez (2013) concluyó: “La empresa se encuentra en un periodo de expansión y fortalecimiento por lo tanto es muy importante y el de todos sus miembros, la ejecución de técnicas de mejora que ayudan a administrar sus recursos de una mejor forma”. (p. 112).

La implementación de mejoras en el sistema productivo comprueban que se puede controlar los desperdicios y poder afrontar la expansión en el rubro del calzado.

2.1.2 Investigación Nacional

Araníbar (2016) concluyó: “Los conocimientos y herramientas del Lean Manufacturing convierten en verdaderos agentes del cambio a las Organizaciones”. (p. 61).

En cuanto a la productividad, Araníbar (2016) concluyó: “El Lean Manufacturing mejora de la productividad en la empresa manufactura en un 100%, ya que se consigue duplicar el flujo de producción en la fase inicial”. (p. 61).

En lo que concierne al plazo de servicio, Araníbar (2016) concluyó: “El Lean Manufacturing reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento”. (p. 61).

El autor confirma que el Lean Manufacturing mejora la productividad de la empresa beneficiándola en varios aspectos como la calidad, los recursos y el tiempo de producción.

Arroyo (2018) concluyó:

La implementación de la Estandarización de Operaciones genera una reducción del 59% del tiempo de reproceso, generan un mayor impacto en los reprocesos por desengrasado el cual tuvo una reducción en un 75%, dichas mejoras generan una disponibilidad de maquina en un 89% por ende un incremento de 5 toneladas en dicho proceso. (p. 93).

En cuanto a la producción, Arroyo (2018) concluyó:

La implementación del Just in Time (JIT) genera una reducción del 17% del lead time de fabricación del proceso productivo, además logra una reducción del 43% del inventario del acero en el almacén principal de la empresa, eliminación total de los inventarios en proceso del proceso productivo y un incremento de la producción diaria del 25%. (p. 93).

La investigación comprueba la reducción de reprocesos y reducción de tiempos e inventarios en el proceso productivo con la implementación de Lean Manufacturing.

Carranza (2016) concluyó:

El análisis de la situación actual bajo las herramientas Lean Manufacturing permitieron identificar los desperdicios en el proceso productivo de confecciones de prendas T-shirt y mediante la implementación de las herramientas 5“S, Mantenimiento Autónomo, Técnicas de calidad, JIT; nos permitieron reducir cada desperdicio identificado, generando a la empresa Textil Only Star S.A.C. un ahorro. (p. 149).

En cuanto al desarrollo de la implementación de la herramienta Just In Time (JIT), Carranza (2016) concluyó que: “Fue esencial para disminuir los tiempos de movimientos en el proceso de producción de prendas T-shirt, mejorar la distribución de las máquinas y del personal optimizando todos los recursos disponibles, y alcanzando una mayor producción de prendas”. (p. 150).

Con respecto a la implementación de las herramientas de la metodología, Carranza (2016) concluyó que brindó: “Una ventaja más competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento de entrega, frente a otras empresas del mercado. Estos beneficios se ven reflejados en el aumento de ventas y en mayor utilidad para la empresa”. (p. 150).

El autor pudo verificar que el uso de las herramientas de la Manufactura Esbelta permitió optimizar los recursos al eliminar los desperdicios, brindándole una ventaja competitiva a la empresa.

Yauri (2015) concluyó:

El continuo crecimiento de la oferta y demanda de los productos asociados al rubro del calzado se debe a la aparición de nuevos competidores en el mercado, generando así la competitividad y diferenciación para la Empresa. Con esto surge la necesidad de estar en constante cambio y mejora de los procesos actuales y también de optimizar los recursos para poder responder a cualquier cambio que aparezca. (p. 75).

Con respecto a los procesos de trabajo de la empresa, Yauri (2015) concluyó:

La forma de trabajo de la Empresa no es la adecuada, dado que el flujo del proceso no estaba bien diseñado y esto generaba demoras para la fabricación del producto final. Además no cuenta con trabajos estandarizados ni normados, esto hace que el operario se esfuerce más para desarrollar su labor, también influye las condiciones del puesto de trabajo que no eran las adecuadas en orden, limpieza e iluminación. Todo esto se traduce en la baja capacidad productiva. (p. 75).

En cuanto a los resultados obtenidos, Yauri (2015) concluyó: “Las propuestas de mejoras desarrolladas generará resultados importantes en el aumento de la productividad de los operarios en cada área de trabajo, dando como resultado más piezas producidas en el menor tiempo disponible”. (p. 76).

La investigación nos permite comprobar que las metodologías de mejora incrementan la productividad de la empresa e incluso puede hacer frente a la creciente demanda del sector calzado.

2.2 Bases teóricas

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 1) afirman:

El Lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del Lean Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

Es vital la participación del personal a todo nivel de la empresa para lograr implementar las herramientas del Lean Manufacturing y así conseguir la eliminación del despilfarro en el proceso productivo y especialmente en el armado.

2.2.1 Definición de Lean Manufacturing

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 2) entienden por Lean Manufacturing: “La persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”.

Toda actividad que no agrega valor a la producción es considerada un despilfarro y es en lo que se enfoca en eliminar la metodología Lean Manufacturing.

2.2.2 Los Pilares de Lean Manufacturing

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 11) afirman: “La implantación de Lean Manufacturing en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes”, tal como se muestra en la Figura 1.

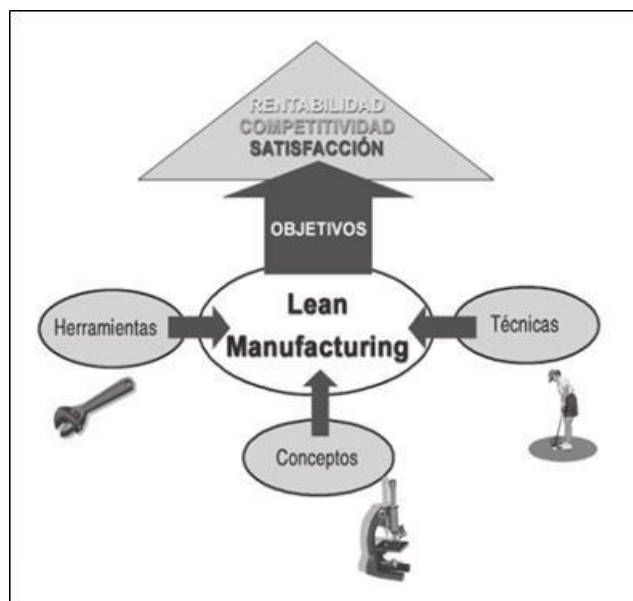


Figura 1. Implementación del Lean Manufacturing
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 11)

Para la implementación del Lean Manufacturing se deben considerar los conceptos, técnicas y herramientas que contribuyen a lo que toda empresa busca: rentabilidad, competitividad y satisfacción.

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 11) afirman que: “Los pilares del Lean Manufacturing son: La filosofía de la mejora continua: el concepto Kaizen, Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades y El Just In Time”.

Primer Pilar: Kaizen

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 12) afirman:

Según su creador Masaki Imai, se plantea como la conjunción de dos palabras, *kai*: cambio y, *zen*: para mejorar, luego se puede decir que Kaizen significa “cambio para mejorar”, que no es solamente un programa de reducción de costos, si no que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, es lo que se conoce como “mejora continua.

El Kaizen abarca un cambio cultural a nivel de toda la organización y que considera que siempre se puede mejorar ya que no hay ningún sistema perfecto.

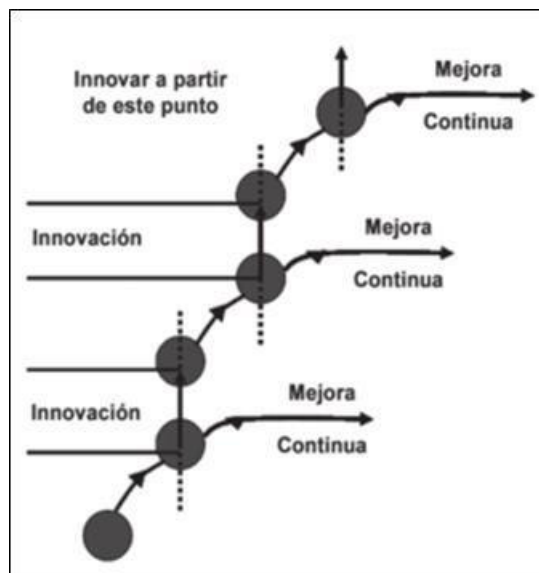


Figura 2. Mejora continua

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 12)

(Imai, 2013 p. 29) afirma: “Kaizen significa el mejoramiento en marcha que involucra a todos –alta administración, gerentes y trabajadores-. En Japón muchos sistemas han sido desarrollados para hacer a la administración y a los trabajadores conscientes del Kaizen”.

Para implementar adecuadamente el Kaizen debe haber un compromiso de todos los niveles de la empresa, los cuales deben tener claro que todo se puede mejorar.

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 12) afirman:

La mejora Kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos). Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas), y finalmente, tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto, es decir, escoger la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica (para alcanzar un determinado efecto).

Las pequeñas mejoras que se vayan realizando en la empresa son parte del Kaizen, el cual comprende el análisis de los problemas, el planteamiento de posibles soluciones y finalmente elegir e implementar las mejores.

Segundo Pilar: El Control Total de la Calidad

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 14) afirman:

Las palabras Control Total de la Calidad fueron empleadas por primera vez por el norteamericano Feigenbaum, en la revista Industrial Quality Control en mayo de 1957, donde exponía que todos los departamentos de la empresa, deben implicarse en el control de la calidad, porque la responsabilidad del mismo recae en los empleados de todos los niveles.

El control de calidad no debe ser exclusivo de un departamento sino de todos y cada uno de los departamentos en la empresa.

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 14) afirman:

Según el Ishikawa, el Control Total de la Calidad presenta tres características básicas:

- Todos los departamentos participan del control de calidad. El control de calidad durante la fabricación (mediante el autocontrol y otras técnicas) reduce los costos de producción y los defectos, garantizando los costos bajos para el consumidor y la rentabilidad para la empresa.
- Todos los empleados participan del control de la calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y otras personas relacionadas con la empresa.
- El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa.

El control total de la calidad implica el compromiso de participación de todas las personas de cada departamento de la empresa.

Tercer Pilar: El JUST IN TIME (JIT)

(Rajadell & Sánchez, 2010 pp. 14-15) afirman:

El sistema de producción Just in Time fue desarrollado por Taiichi Ohno, primer vicepresidente de Toyota Motor Corporation, con el objetivo de conseguir reducir costos a través de la eliminación del despilfarro.

Con el JIT se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso, así por ejemplo, un proceso productivo se dice que funciona en JIT cuando dispone de la habilidad para poner a disposición de sus clientes “los artículos exactos, en el plazo de tiempo y en las cantidades solicitadas”. El periodo de tiempo que preocupa al cliente es el plazo

de entrega (lead time), es decir el tiempo transcurrido desde que el cliente pasa un pedido hasta que recibe el material.

El justo a tiempo permite reducir costos eliminando el despilfarro por tiempos de espera en la producción de las cantidades exactas requeridas.

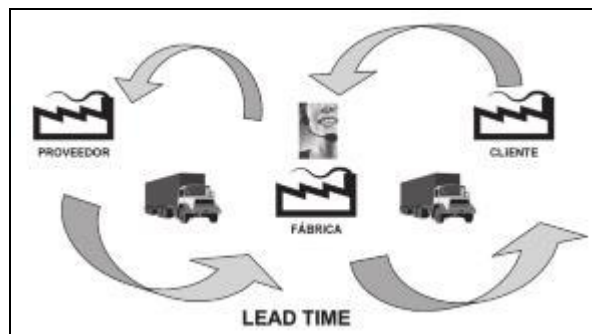


Figura 3. Lead time

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 15)

(Villaseñor & Galindo, 2011 pp. 73-74) afirman:

Simplemente, JIT es entregar los artículos correctos en el tiempo indicado en las cantidades requeridas. El JIT provee tres elementos básicos para cambiar el sistema de producción de una compañía: el flujo continuo, el Takt time y el sistema jalar (Kanban).

El Justo a tiempo, a través del flujo continuo, Takt time y Kanban, busca entregar los materiales a tiempo y en las cantidades adecuadas.

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 18) afirman:

El concepto de Justo a tiempo no es exclusivamente un procedimiento de control de materiales y stocks, válido únicamente para grandes compañías multinacionales, sino una filosofía de gestión, cuyo objetivo principal es la eliminación de cualquier despilfarro y la utilización al máximo de las capacidades de todos los empleados.

El Justo a tiempo permite emplear las capacidades de todos los trabajadores para eliminar los despilfarros y no se refiere exclusivamente a stock de materiales ni a grandes empresas.

2.2.3 Concepto de Despilfarro

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 19-20) afirman:

Se ha definido el despilfarro como todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Se entiende por despilfarro todo aquello que no añade valor al producto, como por ejemplo las sobreproducciones, la existencia de stock, el transporte de materiales, el tiempo de fabricación de productos defectuosos, la inspección de la calidad, el uso de procesos inadecuados, la preparación de la maquinaria o los movimientos inútiles de los operarios.

Todo lo que no agrega un valor al producto (nuestro caso el calzado) a lo largo del proceso productivo se considera despilfarro.

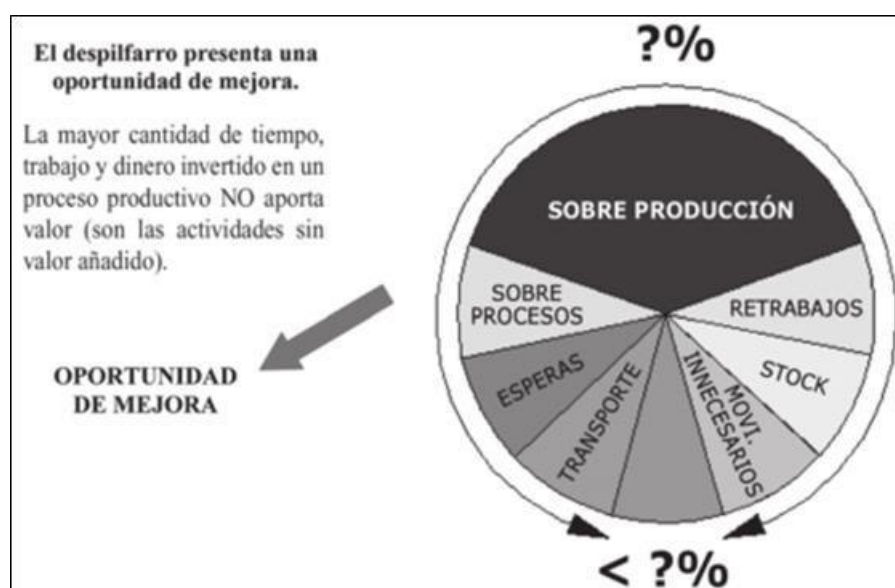


Figura 4. Despilfarro

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 6)

2.2.4 Tipos de Despilfarro

a) Despilfarro por “sobreproducción”

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 22) afirman:

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio fatal porque no incita a la mejora, ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos y se llenan de stock los almacenes.

El fabricar más de lo requerido da la impresión de que todo está bien y no necesita mejoras, además que implica el uso de más recursos de los necesarios como tiempo de producción, inventarios e insumos entre otros.

b) Despilfarro por “tiempo de espera” o “tiempo vacío”

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 24) afirman:

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto, así que es preciso estudiar cómo utilizar estos tiempos o bien como eliminarlos.

El tiempo de espera es el tiempo no productivo que se genera por procesos inadecuados, los cuales deben ser analizados y eliminados.

c) Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios”

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 24-25) afirman:

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizás por culpa de un layout mal diseñado. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministros. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro, mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

Los movimientos innecesarios además de implicar una inversión de tiempo también pueden dañar los productos.

d) Despilfarro por “sobrepceso”

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 25-26) afirman:

El desperdicio por sobreproceso como el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, en otras palabras, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles, por ejemplo: verificaciones adicionales. El objetivo de un proceso productivo debería ser obtener el producto acabado sin aplicar más tiempo y esfuerzo que el requerido.

El sobreproceso viene al someter el producto a varios procesos innecesarios que lo único que generan es el mayor uso de tiempo o materiales sin conseguir agregarle mayor valor.

e) Despilfarro exceso de inventario

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 26-27) afirman:

Los stocks son la forma de despilfarro más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos. El despilfarro por stock es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. Es uno de los despilfarros más frecuentes e importantes y fuente indirecta del resto. Supone un costo adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes, la manipulación, etc..

El exceso de inventario genera costo en espacio, transporte, entre otros al tener más materiales de los que se necesitan y es el despilfarro más común.

f) Despilfarro por “defectos”

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 28-29) afirman:

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad, porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales.

Al haber defectos en los productos se generan reprocesos, uso de más insumos y sobre todo pone en riesgo la calidad lo cual es importante para el cliente. Por lo que un adecuado control de calidad es imprescindible.

2.2.5 Situación Actual. Value Stream Mapping (VSM)

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 34) afirman:

El primer paso para que la empresa se encamine hacia Lean Manufacturing, es conocer cuál es la situación inicial de partida. No se puede comenzar a trabajar el proceso de mejora si no se tiene claro por dónde hay que empezar, de qué manera hay que actuar, qué recursos se necesitan, etc. La manera de autoevaluarse consiste en realizar un Value Stream Mapping o "Mapa de la Cadena de Valor" que permite llegar a conclusiones que constituirán la base para la futura mejora organizativa.

Para analizar el estado actual, cualquier empresa debe empezar por realizar un VSM y en base a este planificar las mejoras necesarias.

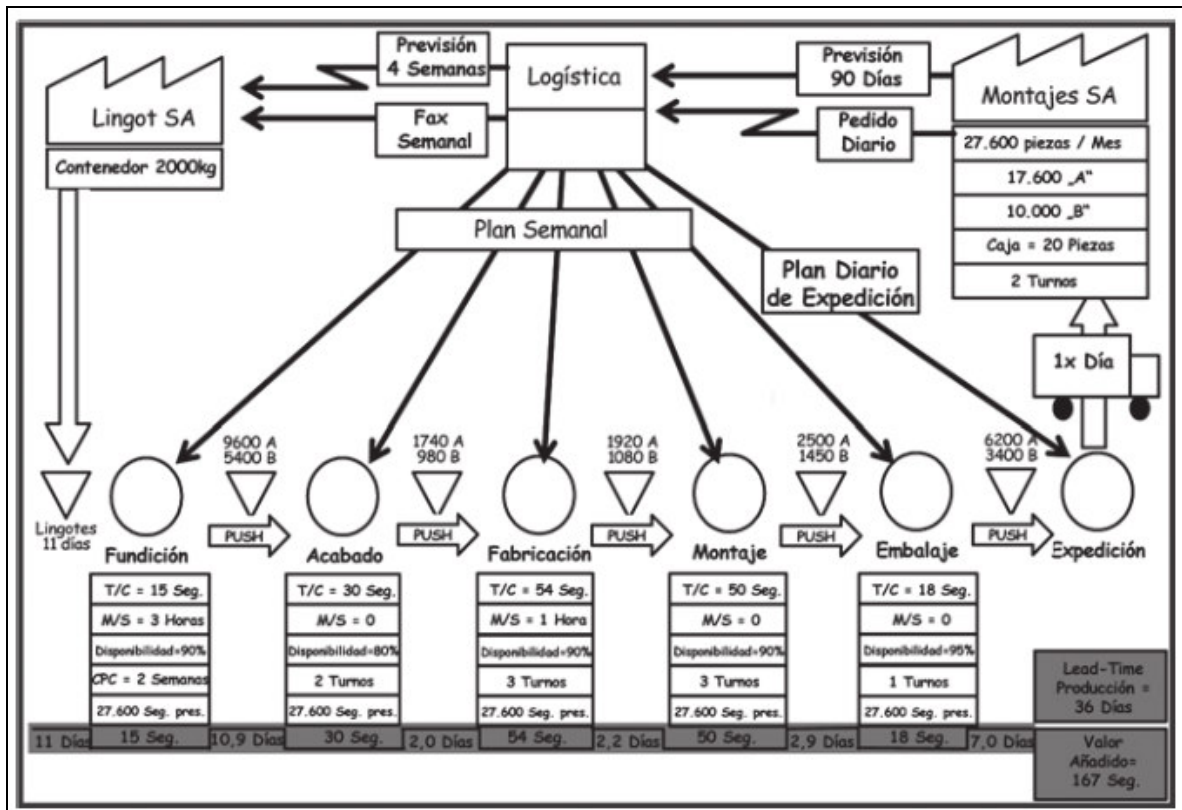


Figura 5. Value Stream Mapping
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 33)

(Madariaga, 2013 p. 228) afirma:

Un VSM es una representación gráfica, mediante símbolos específicos del flujo de materiales y del flujo de información a lo largo de la corriente de valor de una familia de productos dentro de la fábrica, de puerta a puerta, de la recepción de a expediciones. Llamamos «corriente de valor» (Value Stream) de una familia de productos al conjunto de procesos que contribuyen a transformar la materia prima en producto terminado. La corriente de valor comprende actividades que aportan valor (VA), actividades que no aportan valor pero son necesarias (NVAN) y actividades que no aportan valor y son innecesarias (NVAI).

El VSM permite simplificar, a través de una manera gráfica, las actividades que intervienen en el flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente final. Permite identificar actividades que no aportan valor y no son necesarias.

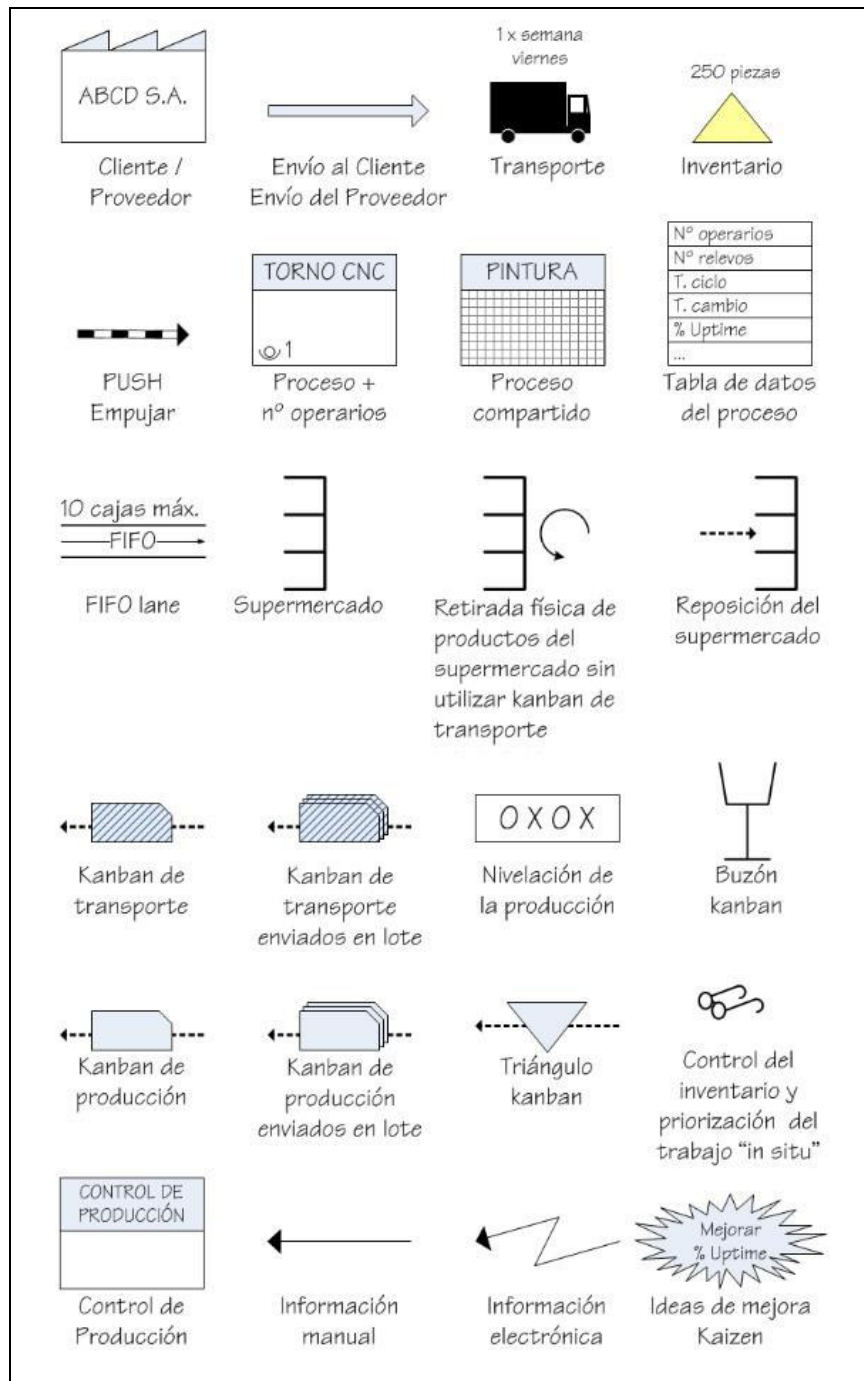


Figura 6. Simbología del VSM
Fuente: Madariaga (2013 p. 229)

(Madariaga, 2013 p. 228) afirma:

El VSM es una metodología de alto nivel que debe ser liderada desde la dirección industrial de la planta y aplicada sobre cada una de las familias de

productos/corrientes de valor por el «equipo de proyecto» más adecuado en cada caso. Es una metodología muy útil para construir la visión industrial de la fábrica.

El VSM debe ser aplicado a todo nivel de la empresa, pero siempre debe ser dirigido por la dirección a través de personal capacitado.

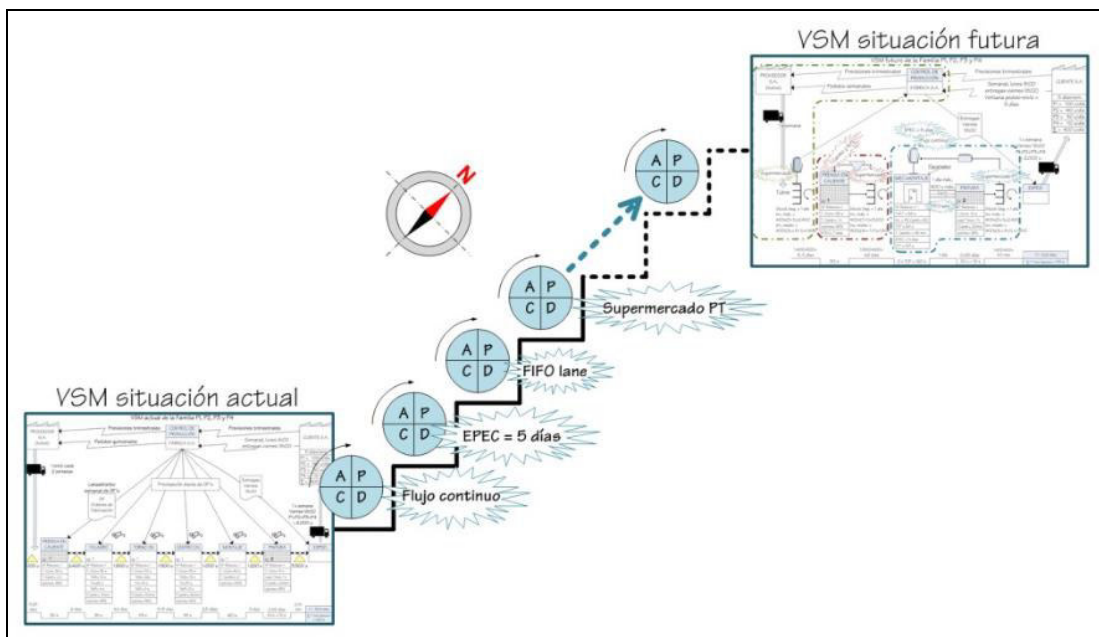


Figura 7. VSM y Mejora continua
Fuente: Madariaga (2013 p. 227)

2.2.6 Herramientas de Lean Manufacturing

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 45) afirman:

Una vez representado el Mapa de la Cadena de Valor del estado actual, hay que dibujar el mapa del estado futuro, es decir, la situación a la que se quiere llegar para alcanzar el nivel más alto de eficiencia. Para ello, deberán identificarse oportunidades de mejora (no necesariamente problemas) sobre este mapa actual para poder trabajar en ellas y de esta manera hacer realidad el estado futuro

deseado. Las herramientas Lean serán consideradas como la base de estas oportunidades de mejora.

Luego de analizar el Mapa de la Cadena de Valor inicial se debe elaborar uno futuro, que es a donde se quiere llegar, para alcanzar este futuro mapa se debe hacer uso de las herramientas del Lean Manufacturing.

a) 5S

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 50) afirman:

La implantación de las 5S sigue un proceso establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. Los principios básicos de las 5S se resume en forma de cinco pasos o fases, que en japonés se componen con palabras cuya fonética empieza por “s”: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke; que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa), limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse).

Las 5S se basan en cinco pasos que permiten eliminar lo que no se necesita, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina a nivel de toda la empresa permite eliminar despilfarros.



Figura 8. 5 S

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 51)



Figura 9. Círculo de frecuencia de uso

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 55)

(Rey 2005 p. 21) afirma:

Las primeras fases, organización, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas. La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

Las 5'S son un sistema diseñado de manera que se cada una de las fases que se implementan son asociadas con la siguiente fase.

(Villaseñor & Galindo, 2016 p. 10) afirman:

El objetivo de la metodología de las 5S's es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una mera cuestión estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la eficiencia, y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

El objetivo de las 5S es mejorar las condiciones de trabajo que a su vez genera una mejora a todo nivel de la empresa.

b) Heijunka

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 67) afirman:

Heijunka, o producción nivelada, es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente “trabaje llano y nivelado”. Se debe satisfacer la demanda con las entregas requeridas por el cliente, pero esta demanda es fluctuante, mientras las fábricas necesitan y prefieren que ésta sea “nivelada” o estable. La idea es producir en lotes pequeños de muchos modelos, libres de cualquier defecto, en períodos cortos de tiempo con cambios rápidos, en lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro.

El Heijunka se basa en la producción de pequeños lotes de varios modelos, sin defectos en períodos cortos de manera que permiten establecer cambios rápidos ante cualquier variación en la demanda.

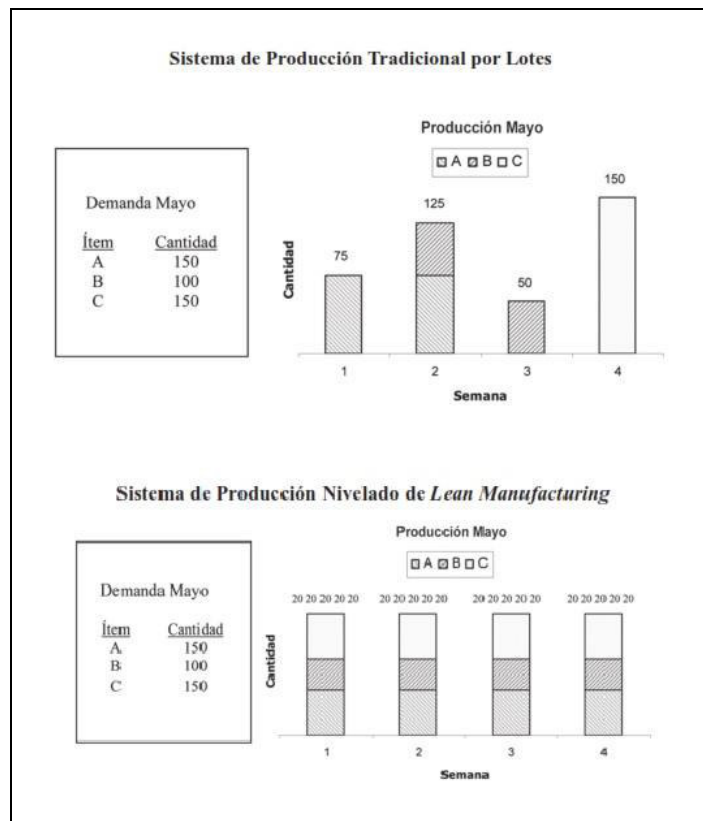


Figura 10. Nivelación de la producción
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 70)

c) Kanban

(Rajadell y Sánchez, 2010 p. 96) afirman:

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés Kankan, aunque pueden ser otro tipo de señales), que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y éstos con la línea de montaje final.

El Kanban permite programar y controlar la producción a través de tarjetas sincronizando el flujo de materiales desde el abastecimiento hasta el producto final.

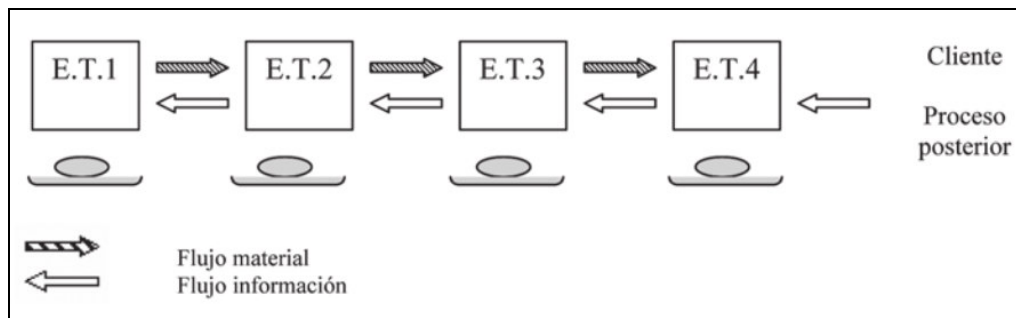


Figura 11. Flujos de información y materiales
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 96)

d) SMED

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 124) afirman:

Originalmente Single Minute Exchange of Die (SMED), significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, o sea, es inferior a 10 minutos. En la actualidad, en muchos casos, el tiempo de preparación se ha reducido a menos de un minuto. La necesidad de llegar a un tiempo tan corto proviene de que reduciendo los tiempos de preparación, se podría minimizar el tamaño de los lotes y por consiguiente reducir los stocks para trabajar en series muy cortas de productos. Por ejemplo, en las plantas de producción de automóviles cada vez más la fabricación de un coche corresponde al pedido que un cliente ha efectuado en algún lugar del mundo. Así, un automóvil puede ser de color granate, equipado con faros antiniebla y llantas de aleación, mientras que la unidad siguiente puede ser de color verde, sin faros antiniebla y con tapacubos en las ruedas.

El SMED busca reducir los tiempos de preparación a lo mínimo posible para permitir la reducción del tamaño de los lotes y por consiguiente del stock para series cortas de productos.

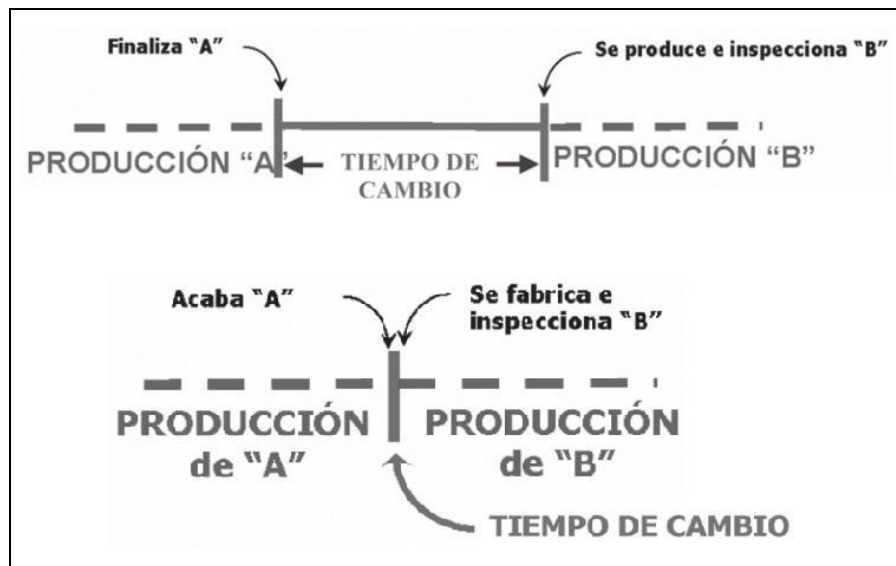


Figura 12. Tiempo de cambio
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 127)

e) TPM (Mantenimiento Productivo Total)

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 157) afirman:

El TPM (Total Productive Maintenance), en castellano Mantenimiento Productivo Total, es un conjunto de técnicas orientadas a realizar un mantenimiento preventivo de los equipos, por parte de todos los empleados, para minimizar los tiempos de parada por avería. Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos, con el fin de mantenerlos en buen estado de funcionamiento y además realizan un control permanente sobre dichos equipos, para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación adecuada y la inspección visual.

El TPM busca reducir los tiempos de parada por avería a través del mantenimiento preventivo de los equipos, donde cada operador se hace responsable por cada equipo con el que trabajan.



Figura 13. TPM

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 140)

f) Jidoka

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 159-160) afirman:

La calidad total se define como un compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las cosas “bien a la primera”. La calidad total se logra a través de mediciones constantes, supervisión y esfuerzo continuo, requiere cambios sistemáticos en el enfoque de la gerencia, redefinición de cargos y estructuras organizativas, aprendizaje de nuevas habilidades por parte de cada empleado y reorientación de objetivos. Estas prácticas conllevan un aumento de la calidad para una mayor satisfacción del cliente y representan el modo más adecuado para afrontar con éxito mercados difíciles, con competidores cada vez más perfeccionados.

Jidoka o calidad total implica realizar las actividades bien desde el inicio porque se entiende la importancia de la calidad de los productos en la percepción del cliente.

(Rajadell & Sánchez, 2010 p. 162) afirman:

Jidoka (automation with a human touch), es el nombre que recibe, en japonés, el sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede

parar la máquina si algo va mal. Jidoka es, pues, una palabra que significa darle responsabilidad a cada operario para aquello que él realiza en su entorno de trabajo, transfiriendo a la máquina esa característica o habilidad jidoka que la hace algo más que una máquina automática (de ahí el humantouch).

El término “humantouch” o control autónomo de defectos se basa en que al trabajador se le delegue la autonomía para corregir cualquier falla y detener la máquina que opera.



Figura 14. Jidoka

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010 p. 164)

2.2.7 Concepto de Productividad

(García 2011 p. 17) afirma:

La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción logrados}}{\text{Factores de la producción}}$$

La Productividad no es sólo una medida de la producción ni menos la cantidad de bienes que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los objetivos específicos deseables.

(OIT, 2016 p. 01) afirma:

La producción obtenida de una cantidad dada de insumos de entrada es la productividad de esos insumos. La productividad de su empresa, por lo tanto, indica el grado de utilidad de sus recursos (insumos de entrada). Al aumentar su productividad, mejora el rendimiento de su empresa y, por lo tanto, aumenta sus ganancias.

Al incrementar la utilidad de los recursos de la empresa, se incrementará su productividad y a su vez su rendimiento y ganancias.

(Medianero, 2016 p. 36) afirma:

La producción es el resultado de la dotación de recursos y de la productividad de los mismos. En consecuencia, todo aumento de la producción tiene su origen, ya sea en el aumento de dotación de recursos o en el mejoramiento de la productividad, o en una combinación de ambas tendencias.

Todo mejoramiento de la productividad determina un aumento en la producción.

(OIT, 2016 p. 10) afirma:

Los factores internos de la productividad son aquellos sobre los que tiene control el propietario de la empresa. Estos pueden incluir problemas con la mercadería, la calidad del producto, el precio, los equipos, las materias primas, el uso de la energía, las competencias y la motivación de los trabajadores, el

almacenamiento, la organización, etc. Los factores externos de la productividad son aquellos que están fuera del control de la empresa. Incluyen el acceso a la infraestructura, el clima, la situación del mercado, los impuestos, etc. No se puede hacer nada sobre estos factores, siempre y cuando el negocio siga funcionando en su configuración actual. Si éstos tienen un grave efecto negativo, el propietario de la empresa puede considerar reubicarse o cambiar la naturaleza del negocio.

Cuando la empresa tiene control sobre los factores que la afectan son conocidos como factores internos, mientras que cuando no tiene control sobre ellos son conocidos como factores externos.

2.2.8 Medición de la productividad

(Medianero, 2016 p. 37) afirma:

La productividad es una medida de la eficiencia con que se transforman los recursos o factores productivos en bienes y servicios. La productividad es más bien el indicador cuantitativo de un proceso de producción, pudiendo ser este eficiente o ineficiente. La productividad alta o baja, mayor o menor, indica niveles de eficiencia con alguna referencia temporal o espacial.

La productividad nos permite conocer el estado del proceso de producción, y está relacionada con la eficiencia.

(García 2011 pp. 16-17) afirma: “Eficiencia es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas”. Su fórmula es:

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ programados}{Insumos\ utilizados}$$

La eficiencia busca medir el buen uso que le damos a los recursos al comparar los recursos planeados con los recursos que fueron utilizados.

(García 2011 p. 17) afirma: “Eficacia es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados”. Su fórmula es:

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

La eficacia busca medir el cumplimiento de las metas al comparar los resultados logrados con las metas planificadas.

(García 2011 p. 17) afirma: “Efectividad es la relación entre eficiencia y eficacia. El índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y eficacia en la producción de un producto en un periodo definido. Efectividad es hacer bien las cosas, obteniendo resultados”. Su fórmula es:

$$Efectividad = Eficiencia * Eficacia$$

La efectividad busca medir la combinación entre la eficacia y la eficiencia en la producción, es decir, cumplir las metas planificadas usando adecuadamente los recursos empleados.

2.2.9 Administración de la Calidad

(Summer 2006 p. 11) afirma:

En la actualidad, los clientes han aprendido que la calidad es una dimensión fundamental del producto o servicio que están adquiriendo. Las organizaciones

eficientes reconocen que el factor que desencadena el éxito del negocio es la calidad de la administración. Para responder a las expectativas de sus clientes, las organizaciones eficientes enfocan la cadena de valor de la compañía a proporcionar productos y servicios de calidad.

Hoy en día la calidad es un valor agregado que es sumamente valorado por los clientes, por lo que las empresas, que quieren lograr éxito. Deben ofrecer productos (bienes o servicios) con calidad.

(Guajardo 1996 p. 32) afirma:

La administración de la calidad es el conjunto de acciones que una organización realiza para mejorar y asegurar, de manera consistente, la calidad que brinda a sus clientes. La calidad forma parte intrínseca de la naturaleza. Es un conjunto de conceptos que se encuentran ahí para implementarse y hacer las cosas mejor – sólo hay que descubrirlos- y que, al conocerlos, parece un proceso lógico, de sentido común.

Realizando bien las cosas se garantiza ofrecerles calidad a los clientes, lo que hoy en día es vital para las empresas.

(D'Alessio 2012 p. 352) afirma:

Es importante tener presente que el concepto de calidad se inicia con el diseño de la organización, del producto y del proceso, con la adecuada tecnología y el pertinente valor agregado. Las operaciones productivas están directamente relacionadas con el proceso de transformación, donde el énfasis gerencial debe centrarse en el concepto tecnológico, el *know-how* de la empresa, la capacitación del recurso humano (el activo más valioso de la organización), y el valor

agregado que el proceso va a entregar en la transformación de los insumos en producto terminado.

La calidad está presente en todas las áreas de la empresa, a lo largo de todos los procesos para la elaboración de productos.

2.3 Marco conceptual

- **Calidad Total:** Compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las “cosas bien a la primera”, para alcanzar la plena satisfacción del cliente tanto interno como externo (Rajadell & Sánchez, 2010 p. 159).
- **Despilfarro:** Todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo (Rajadell & Sánchez, 2010 p. 19).
- **Efectividad:** Es la relación entre eficiencia y eficacia; es realizar las cosas, obteniendo resultados (García, 2011 p. 17).
- **Eficacia:** Es la relación entre los resultados obtenidos y las metas trazadas (Medianero, 2016 p. 38).
- **Eficiencia:** Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente (García, 2011 p. 16).
- **Kaizen:** Proceso para hacer mejoras incrementalmente, no importa lo pequeñas que sean, y alcanzar las metas del Lean de eliminar todos los desperdicios (Villaseñor & Galindo, 2011 p. 88).
- **Lead Time:** Es el tiempo que transcurre desde que se recibe el pedido de un producto hasta su entrega al cliente (Madariaga, 2013 p. 11).

- **Lean Manufacturing:** Es la búsqueda de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto (D'Alessio, 2012 p. 377).
- **Producción:** Proceso por medio del cual se crean los bienes y los servicios económicos (Jiménez, 2013 p. 455).
- **Productividad:** Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados (García, 2005 p. 9).

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

HG: La metodología Lean Manufacturing mejora el proceso de armado de calzado para damas.

3.2 Hipótesis Específicas

HE₁: La metodología Lean Manufacturing reduce el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas.

HE₂: La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas.

HE₃: La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas.

HE₄: La metodología Lean Manufacturing incrementa el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas.

3.3 Variables

3.3.1 Variable Dependiente

Proceso de fabricación.

3.3.2 Variable Independiente

Lean Manufacturing.

Operacionalización de variables (Ver Anexo 2)

Matriz de contingencia (Ver Anexo 3)

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de Investigación

Alfaro, (2012), en su investigación “*Metodología de Investigación Científica Aplicado a la Ingeniería*”, indica que: La investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. (p. 18).

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 95) la investigación explicativa “Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables”.

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4) “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”

El presente trabajo de investigación, según el nivel u orientación es Aplicada, según su análisis es Explicativa y según su enfoque es Cuantitativa debido a que se van a recolectar datos sobre distintos aspectos del área productiva de la empresa para luego realizar un análisis de los datos y posteriormente se va a implementar las mejoras necesarias para solucionar el problema de la investigación.

4.2 Diseño de la Investigación

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.129) define el diseño experimental como: “Un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (...), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre

una o más variables dependientes (...), dentro de una situación de control para el investigador”.

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.151) indican que:

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se integraron es independiente o aparte del experimento).

Esta investigación por su diseño es experimental y por el grado de control de la variable es cuasi experimental, debido a que se pretende establecer el posible efecto de implementar la metodología Lean Manufacturing para eliminar los despilfarros.

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

La población de estudio comprende a todos los procesos de fabricación de calzado para damas, de la empresa en estudio, los cuales son: corte, desbaste, aparado, armado, ensuelado y acabado.

4.3.2 Muestra

La muestra de análisis comprende al proceso de armado de calzado para damas, debido a que es el proceso más crítico y donde se presentan varios tipos de despilfarros.

Se ha seleccionado una muestra no probabilística determinada por conveniencia, correspondiente al proceso de armado.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las fuentes de información que estuvieron disponibles y las técnicas de recolección de datos fueron:

- Observación
- Análisis documental
- De evaluación
- Mapeo del Proceso (VSM)

Entre los instrumentos de recolección de datos que se usaron en la investigación son:

- Reportes de producción
- Lead time
- Tiempos de fabricación
- Diagrama de flujo/DOP/DAP

4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Tabulación de datos (Excel).

Análisis estadístico de datos (programa SPSS).

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico situacional de la Empresa

5.1.1 Descripción de la empresa

La empresa en estudio, fabrica variados tipos de calzados de cuero para damas. Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), la empresa tiene la siguiente clasificación:

- CÓDIGO CIIU: 1920
- DESCRIPCIÓN CIIU: Fabricación de calzado

La empresa se caracteriza por invertir constantemente en moda, tecnología y calidad; características que hacen que su producto sea diferente, cumpliendo con las necesidades y expectativas de sus clientes. Asimismo, busca destacarse en la atención brindada al cliente.

La empresa en estudio, presenta una variada gama de productos de calzado y clasifica su línea de productos en base al tipo de temporada, definida principalmente por la estación del año. Los productos son clasificados en:

Tabla 1

Tipos de Productos

TIPO	IMAGEN
Botas	
Botines	
Mocasín	
Cerrado	
Media estación	
Sandalia	

Fuente: Elaboración propia.

La cadena de suministros por la cual la empresa desarrolla sus variados productos inicia desde el proceso de abastecimiento de materiales (insumos), a través de los proveedores, y culmina con la venta del producto terminado al cliente. A continuación, se lista de manera breve la cadena de suministros.

- **Proveedores:** el proveedor principal es de cuero, pero también cuenta con otros proveedores de falsas, pegamento, plantas, tacos y accesorios.
- **Transporte:** los mismos proveedores son los encargados de realizar el transporte desde sus instalaciones a la empresa.
- **Recepción y Almacén:** se reciben los materiales, se verifica y son llevados al almacén.
- **Operaciones:** ejecución de todos los procesos productivos para fabricar el calzado.
- **Transporte:** la empresa se encarga de transportar directamente los productos terminados hacia las tiendas.
- **Ventas:** transacciones en las que el cliente final paga por el calzado.

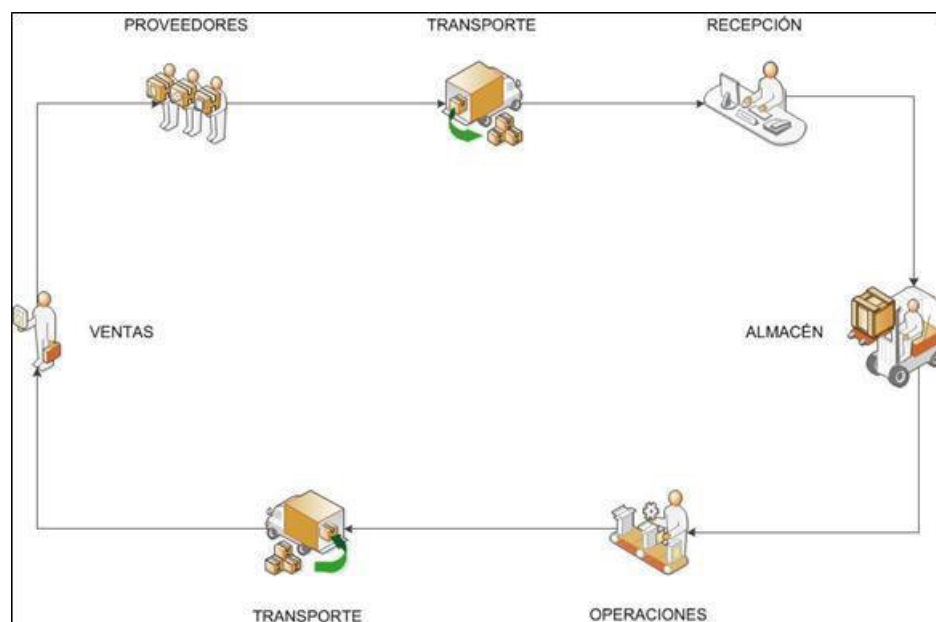


Figura 15. Cadena de suministros
Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Descripción del proceso de fabricación

El proceso productivo de la fabricación de calzado tiene a su vez varios procesos:

- a) **Almacenamiento:** Se reciben, inspecciona y almacena temporalmente los insumos que llegan de los proveedores y que luego serán enviados al proceso productivo. Los insumos que resultan observados son devueltos al proveedor.
- b) **Proceso de corte:** Las piezas del modelo se cortan de acuerdo a la talla (seriado del 35 al 39) y en la variedad del cuero según las órdenes de producción. El corte se realiza de forma manual y con troqueladora pieza por pieza hasta concluir el pedido, después estas son numeradas y guardadas según el código del producto.



Figura 16. Proceso de corte
Fuente: Elaboración propia

- c) **Proceso de desbaste:** Reducción del grosor del cuero, por medio de una máquina desbastadora, en la parte que se doblará y coserá. Este proceso solo se realiza a algunas piezas dependiendo del grosor del cuero o del modelo a fabricar. Al final se inspecciona que el desbaste sea el adecuado, caso contrario vuelve a realizarse el proceso.



Figura 17. Proceso de desbaste
Fuente: Elaboración propia

- d) Proceso de aparado:** comprende la preparación manual (aplicar pegamento y/o colocar los accesorios) y costura de las piezas de cuero de cada modelo por medio de máquinas de coser. Al producto terminado de este proceso se le llama corte o capellada. Al final se inspecciona que el corte se encuentre correctamente cocido, caso contrario vuelve a realizarse el proceso.



Figura 18. Proceso de aparado
Fuente: Elaboración propia

- e) Proceso de armado:** también conocido como montaje, se prepara la falsa (corte, cardado y forrado) y se une a la capellada en una forma de tal manera que tome la forma de la horma. El producto se conoce como corte armado. También se trabaja la suela o el piso del calzado (taco y neolite/huella), el neolite (caucho) es troquelado, fresado, marcado y pintado; mientras el taco es cardado, forrado y

enchapado al neolite. La finalidad de este proceso es entregar el piso del calzado para luego ser usado en el área de montaje del calzado



Figura 19. Proceso de armado
Fuente: Elaboración propia

- f) **Proceso de ensuelado:** unión de la planta o piso del calzado con el corte armado, primero se les agrega pegamento (cemento para calzado) y después se los une por medio de una prensa. Por último se retira la horma del calzado. Al final se inspecciona que el calzado esté debidamente ensuelado, caso contrario vuelve a realizarse el proceso.



Figura 20. Proceso de ensuelado
Fuente: Elaboración propia

- g) **Proceso de acabado:** etapa final donde se retiran los excesos de pegamento, se limpia el calzado, se pega las plantillas, se colocan stickers, se agrega crema para cuero y por último se encaja el calzado.



Figura 21. Proceso de acabado

Fuente: Elaboración propia

- h) Almacenamiento de productos terminados:** se agrupan las cajas en función de los lotes fabricados y se almacenan dependiendo de su destino.

5.1.1 Análisis de los procesos de producción

- a) Diagrama de flujo:** representación de gráfica del proceso de fabricación del calzado de cuero para damas, de la empresa en estudio, donde podemos observar los procesos que la comprenden como se mencionó en el punto anterior.

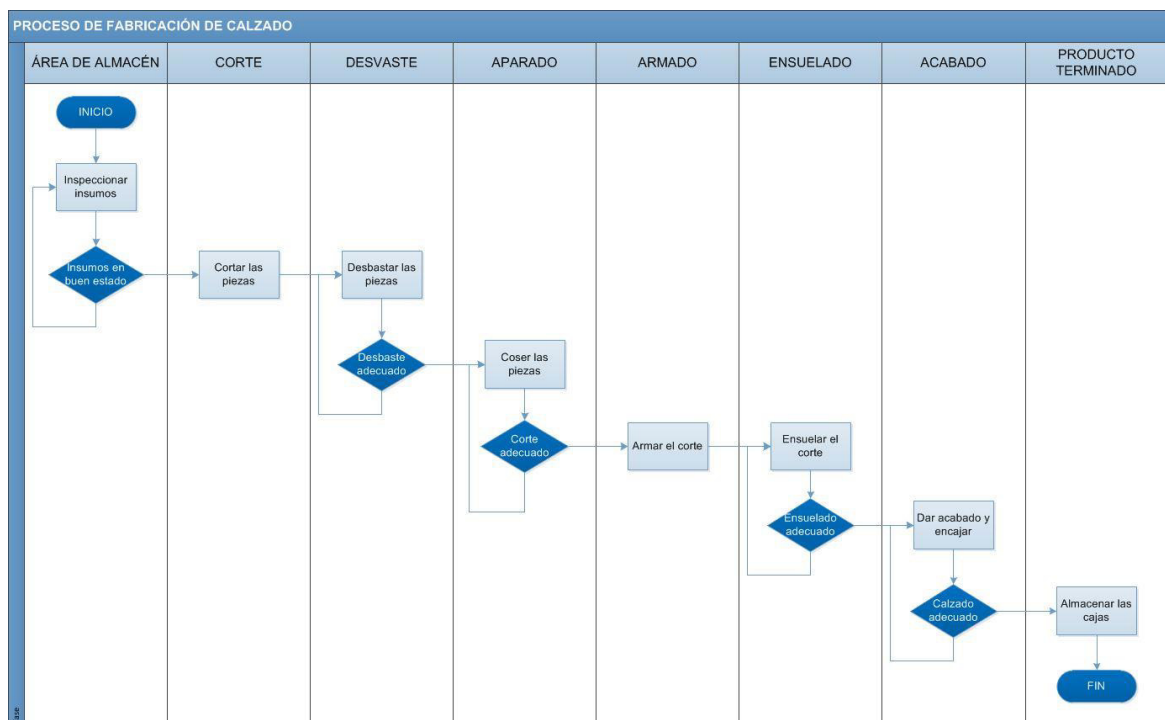


Figura 22.Diagrama de flujo del proceso de fabricación de calzado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.8 Se puede apreciar los actuales puntos de inspección o control con los que cuenta la empresa.

b) **Diagrama de Actividades (DAP):** representación gráfica simbólica del trabajo que se realiza para fabricar calzado de cuero para damas, se puede apreciar los procesos por los que pasan los insumos, así como los tiempos, las distancias y actividades que comprenden el mencionado proceso.

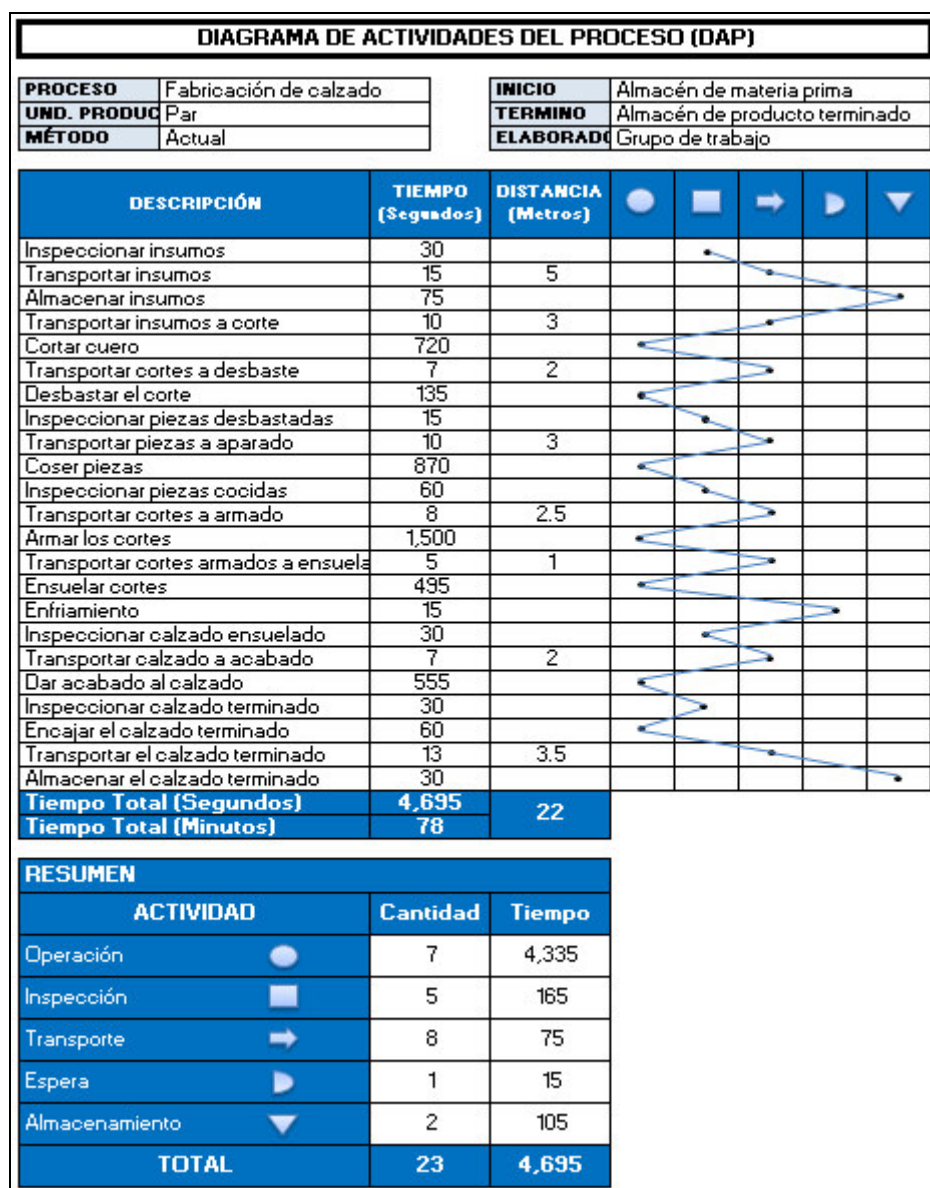


Figura 23. Diagrama de Actividades del proceso de fabricación de calzado
Fuente: Elaboración propia

De la figura 5.9 del DAP, se identifica que el proceso que requiere mayor cantidad de tiempo por par de calzado es el armado.

c) **Mapeo del proceso (VSM) actual:** representación gráfica que nos permite analizar el flujo de materiales e información de la empresa desde el proveedor hasta el cliente, en la fabricación de calzado de cuero para damas. Los datos de para la elaboración del VSM fueron proporcionados por la empresa en estudio. (Ver Anexo 4).

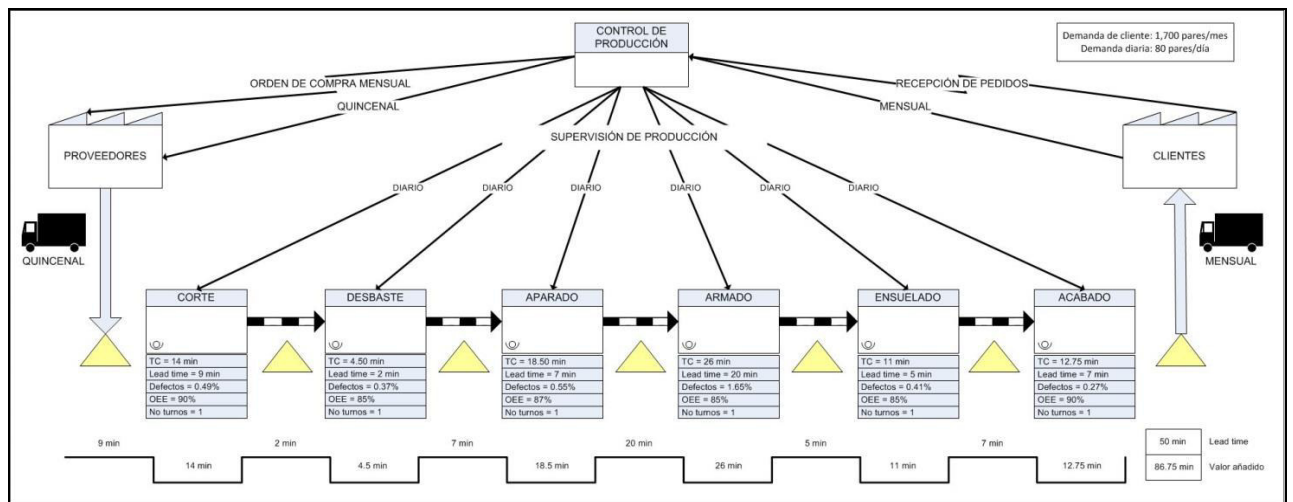


Figura 24. VSM actual del proceso de fabricación de calzado

Fuente: Elaboración propia

d) **Layout actual:** referencia esquemática de la distribución actual de la empresa donde se realiza el proceso. También podemos apreciar el diagrama de recorrido.

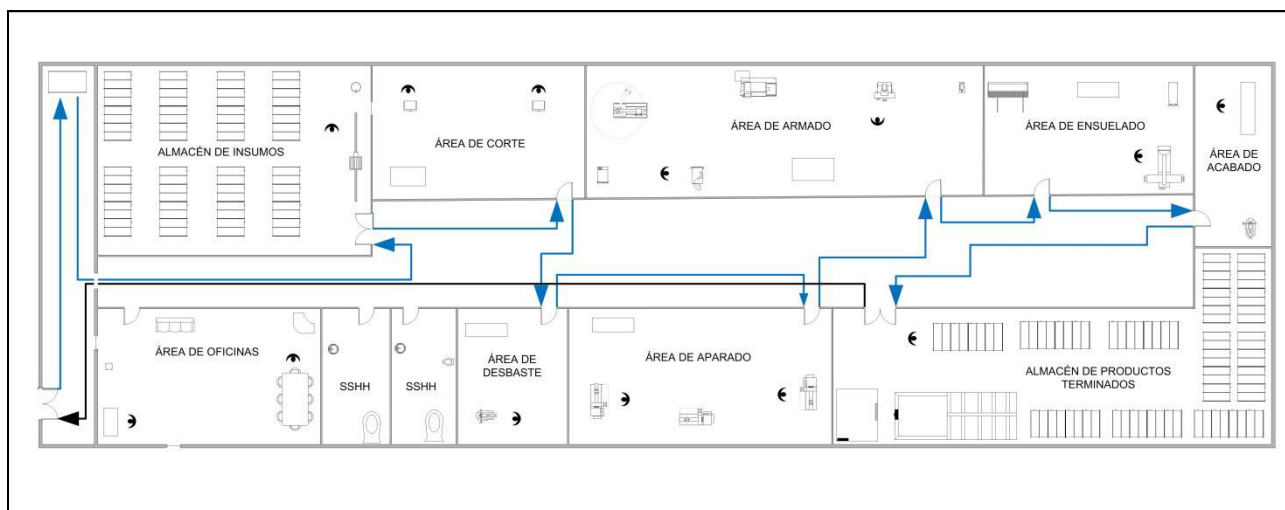


Figura 25. Layout actual y diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que en la figura 5.11 podría mejorarse el transporte del calzado al almacén de productos terminados si se habilita un ingreso directo del área de acabado al almacén en mención.

e) Productividad actual del proceso: en base a la efectividad de la producción durante el año 2018 tenemos la siguiente tabla:

Tabla 2.

Producción de pares de calzado 2018

PRODUCCIÓN DE PARES DE CALZADO 2018			
PROCESOS	PLAN	REAL	VARIACIÓN
Corte	20,480	19,530	(950)
Desbaste	20,480	19,530	(950)
Aparado	20,480	19,470	(1,010)
Armado	20,480	17,470	(3,010)
Ensuelado	20,480	17,470	(3,010)
Acabado	20,480	17,470	(3,010)

Fuente: Elaboración propia

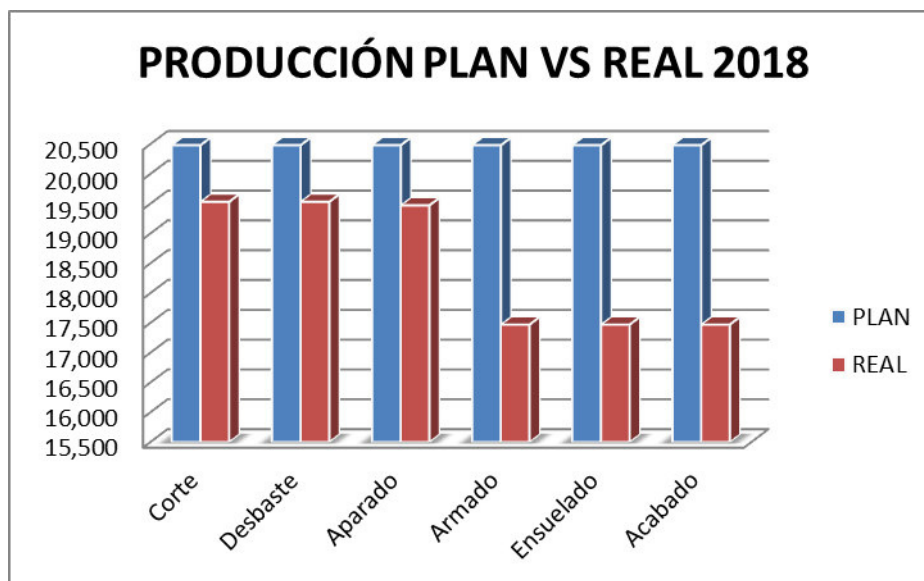


Figura 26. Producción de pares de calzado Plan VS Real 2018
Fuente: Elaboración propia

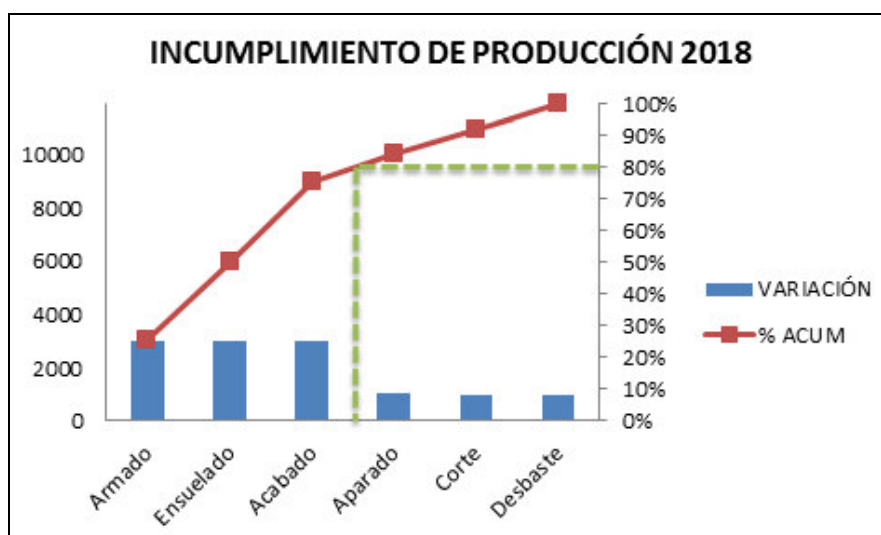


Figura 27. Diagrama Pareto incumplimiento de producción 2018
Fuente: Elaboración propia

De la figura 5.13 se identifica que los procesos donde se presenta mayor incumplimiento de la producción planificada son: el armado, el ensuelado y el acabado. Siendo el primero el cuello de botella que tiene que ver directamente con el incumplimiento de los dos procesos posteriores.

- f) **Control de calidad:** análisis del número de pares con defectos que se presentaron en los procesos productivos a lo largo de todo el año 2018.

Tabla 3

Producción de pares de calzado y defectos 2018

PROCESOS	DEFECTOS (Par)	PRODUCCIÓN (Par)	%
Corte	96	19,530	0.49%
Desbaste	72	19,530	0.37%
Aparado	108	19,470	0.55%
Armado	1848	17,470	10.58%
Ensuelado	72	17,470	0.41%
Acabado	48	17,470	0.27%

Fuente: Elaboración propia

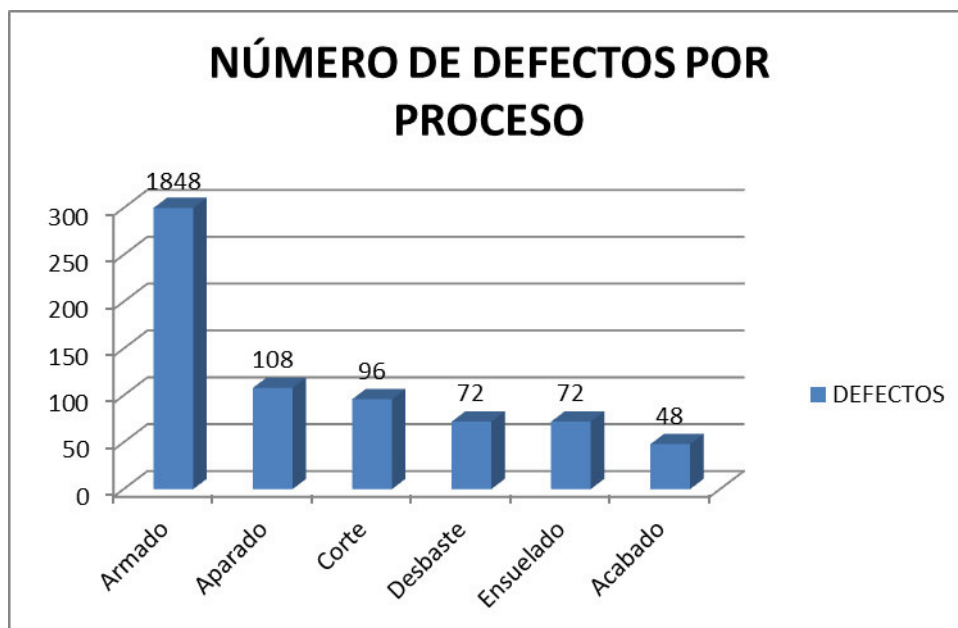


Figura 28. Numero de pares con defectos por proceso 2018

Fuente: Elaboración propia

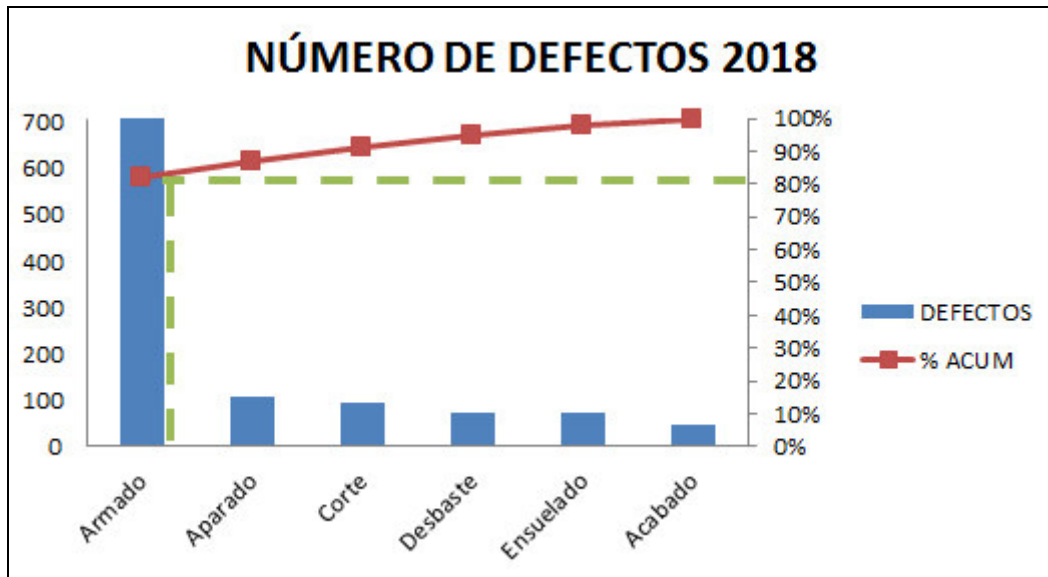


Figura 29. Diagrama Pareto Número de pares defectuosos 2018

Fuente: Elaboración propia

De la figura 5.15 se identifica que el proceso donde se presenta mayor número de defectos es el armado.

De los diagramas de Pareto se concluye que el proceso de armado es el proceso más crítico en base a su incumplimiento de producción y el mayor número de defectos.

g) Análisis del Proceso Critico

Del análisis de los procesos de fabricación, en base a productividad, lead time y defectos se llegó a la conclusión que el proceso más crítico es el armado.

VSM Actual

Con el mapa de la cadena de valor podremos ver el estado actual del proceso de armado.

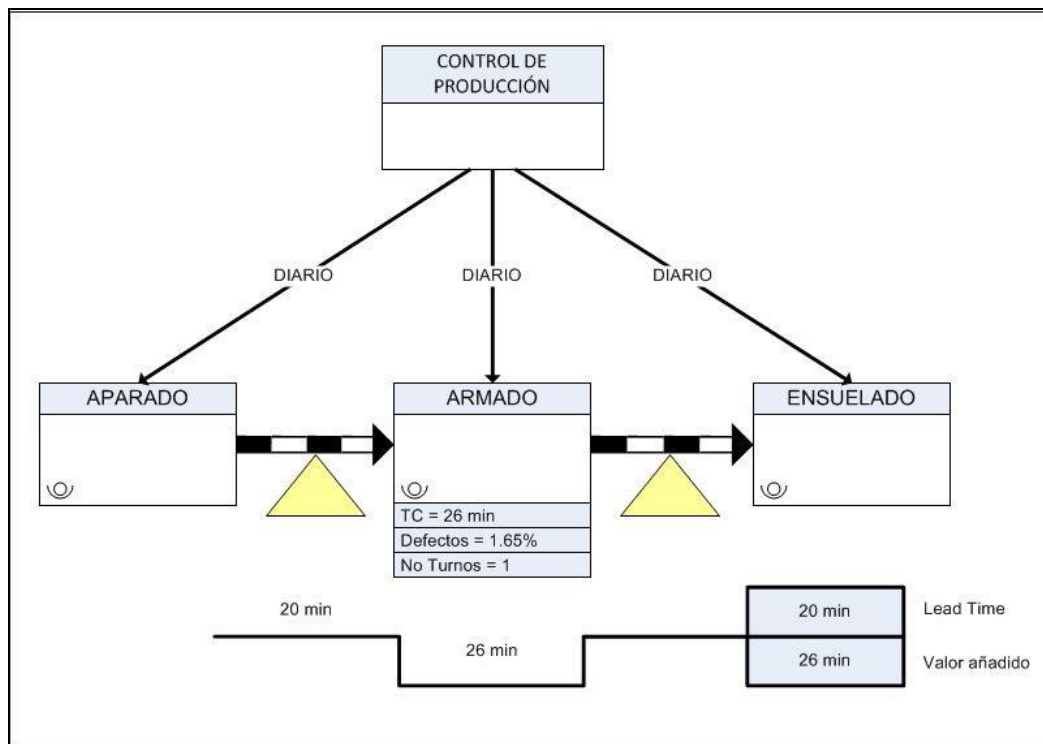


Figura 30. VSM Actual del proceso de armado
Fuente: Elaboración propia

Gracias al VSM se pudo conocer las actividades que agregan valor y las que o lo agregan. (Ver Anexo 5).

DOP

El diagrama de operaciones del proceso de armado nos permite conocer las operaciones que componen este proceso.

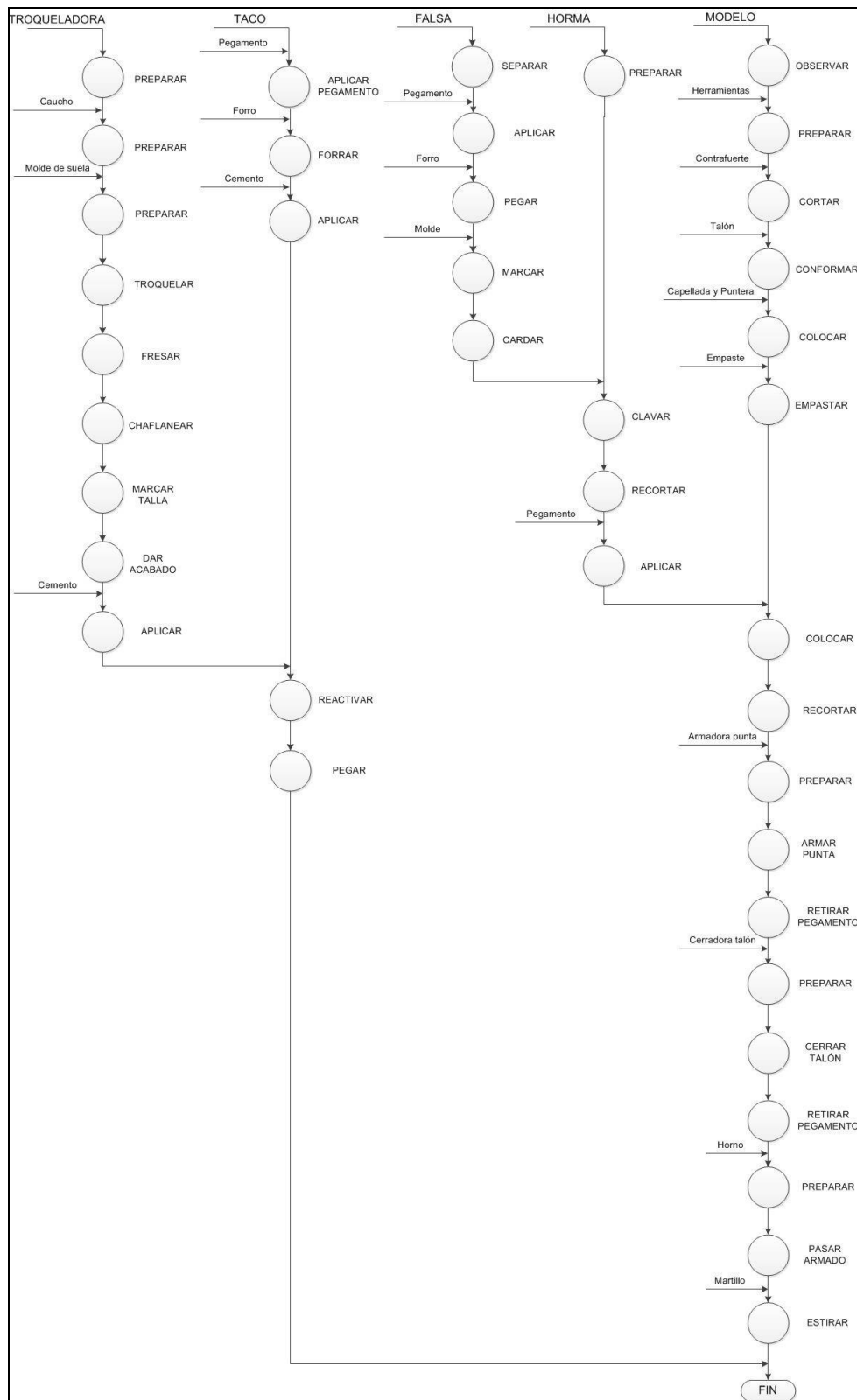


Figura 31. DOP del proceso de armado
Fuente: Elaboración propia

DAP

El diagrama de actividades del proceso de armado nos permite conocer la secuencia, los tiempos de cada actividad y las distancias que se recorren.

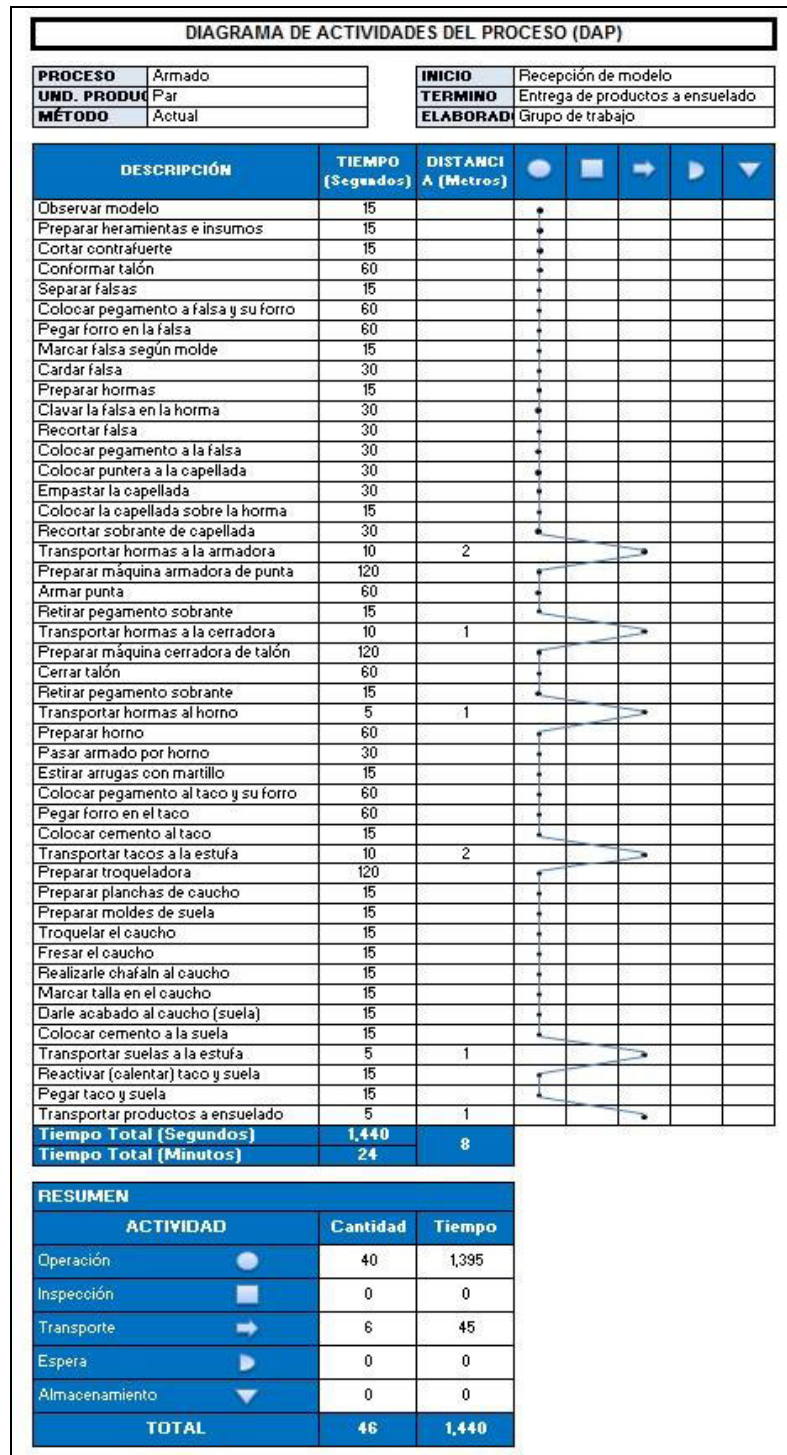


Figura 32. Figura 5.18 DAP del proceso de armado
Fuente: Elaboración propia

Indicadores

Entre los principales índices que se toman en consideración para el proceso de armado se tienen:

- **Productividad:** Tiempo de producción por par (Ver Anexo 6) y Número de pares diarios producidos (Ver Anexo 7).
- **Calidad:** Número de pares diarios defectuosos (Ver Anexo 8).
- **Lead time:** Tiempo de abastecimiento (Ver Anexo 9).

Tabla 4

Indicadores del proceso de armado actual

ÍNDICE	INDICADOR	UNIDAD	PLAN	ANTES
CALIDAD	Número de pares diarios defectuosos	pares	0	7
LEAD TIME	Tiempo de abastecimiento por par	min/par	0	20
PRODUCTIVIDAD	Tiempo de producción por par	min/par	22	24
	Número de pares diarios producidos	pares	80	68

Fuente: Empresa en estudio

De lo que podemos observar que en todos los indicadores no se cumple lo planificado.

h) Identificación de despilfarros: de los anteriores puntos se puede identificar los siguientes tipos de despilfarros que se presentan en la empresa:

- **Tiempo de espera:** el tiempo de abastecimiento o lead time es recurrente durante todo el proceso de fabricación del calzado tanto por la espera de algunos insumos (accesorios, tacos y falsas) como del producto en proceso lo cual genera que mientras algunos operarios están trabajando otros están a la espera de que concluyan estos.

- **Sobrepromocion:** debido a actividades que no agregan valor, que pueden ser necesarias (las cuales deben ser mejoradas) e innecesarias (las cuales deben ser eliminadas). Estos emplean mayor uso de tiempo por lo que es indispensable su atención.
- **Defectos:** los controles implicados actualmente tienen brechas, las cuales se ven en el número de defectos que se han presentado, lo que a su vez, incluyen un trabajo extra (reprocesos y uso de más insumos) para enmendar los defectos en mención. Adicionalmente la calidad es importantísima para el cliente, por lo que se deben mejorar los controles establecidos.
- **Movimientos innecesarios:** el desorden en todos los procesos productivos genera que se invierta tiempo buscando las herramientas e insumos. También se considera el desplazamiento para transportar el producto terminado desde el área de acabado hacia el almacén de productos terminados, el cual podría ser simplificado.

5.1 Herramientas Lean empleadas

5.1.1 Mapeo del proceso (VSM) futuro

Mediante la elaboración del VSM futuro se puede apreciar las mejoras que se pueden implementar en la empresa. (Ver Anexo 10).

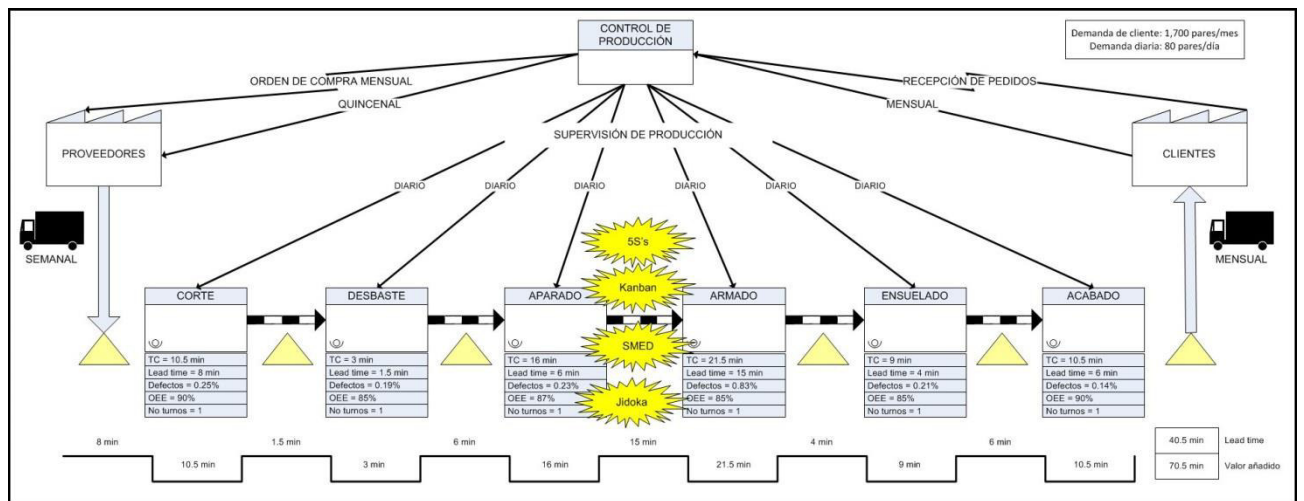


Figura 33. VSM futuro del proceso de fabricación de calzado
Fuente: Elaboración propia

5.1.1 5S

El paso inicial para la implantación de las 5S, consiste en elegir un área piloto (proceso más crítico) que se usará de modelo para la posterior implementación al resto de la empresa. El proceso elegido fue el armado. Seguidamente se eligió y capacitó al equipo encargado de la implementación (Kaizen 5S). (Ver Anexo 11).

Al término de la capacitación se informó a todo el personal de la implementación, indicándoles los objetivos y solicitándoles su compromiso con la implementación.

- **SEIRI (ELIMINAR)**

En primer lugar se definió el área de trabajo o gamba, en este caso el área de armado. En segundo lugar, se analizó por separado cada objeto del área y no como un conjunto. Al analizar cada objeto individualmente, aquel que era innecesario, se consideró como una oportunidad de mejora, para esto se llenaron las tarjetas rojas y se colocaron lo más cerca del objeto sin perjudicar la producción.

N° de Referencia		
Nombre		
Acción	Eliminar	
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras:	
Fecha	Colocación de la tarjeta ____ / ____ / ____	Ejecución de la acción ____ / ____ / ____

Figura 34. Tarjeta roja 5S

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se registraron las tarjetas rojas en un listado para realizar el seguimiento y tener detallado cada una de las tarjetas. Luego se procedió a definir si se eliminaba o archivaba el objeto. Para concluir se marcó la acción en la tarjeta roja y se completaron los datos faltantes en la tarjeta roja y en el listado.

LISTADO DE TARJETAS ROJAS						
N°	AREA	PROBLEMA	FECHA COLOCACIÓN	ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA EJECUCIÓN
1	Armado					
2	Armado					
3	Armado					
4	Armado					
5	Armado					
6	Armado					
7	Armado					
8	Armado					
9	Armado					
10	Armado					

Figura 35. Listado de seguimiento de tarjetas rojas

Fuente: Elaboración propia

• SEITON (ORDENAR)

Una vez que se eliminó lo innecesario y solo se cuenta con lo necesario, el siguiente paso consistió en ordenar. Se tomó en consideración colocar los objetos lo más cerca posible a su lugar de uso y dependiendo de su frecuencia de uso.

- Primero se ordenaron y colocó más cerca los materiales y las herramientas para la preparación de las falsas y las hormas.

- Segundo se ordenaron y se colocaron los materiales y las herramientas para el armado de punta.
- Tercero se ordenaron y se colocaron los materiales y las herramientas para el cerrado del talón y pasar por el horno.
- Cuarto se ordenaron y se colocaron los materiales y las herramientas para el forrado del taco.
- Quinto se ordenaron y se colocaron los materiales y las herramientas para la elaboración de la suela.
- Sexto se ordenaron y se colocaron los materiales y las herramientas para la unión del taco y la suela.

Por último, se registraron las acciones tanto en las tarjetas rojas como en el listado.



Figura 36. Orden de las hormas para armado

Fuente: Elaboración propia

- **SEISO (LIMPIAR)**

El objetivo era dejar todo como al inicio del proceso, tener los suelos completamente limpios y mantener los objetos aseados y debidamente ordenados.

Primero se dispuso de contenedores para los residuos de los materiales con los que se trabajan (cuero, caucho, pegamento, polvo, etc.).

Segundo se limpiaron estos residuos y se colocaron en el contenedor.

Tercero se limpiaron las herramientas y máquinas al finalizar las operaciones. Esto también sirvió como una inspección de las herramientas y máquinas.

Cuarto se ordenaron las herramientas y materiales sobrantes.



Figura 37. Limpieza del área de armado
Fuente: Elaboración propia

También se implementó dos horarios fijos y uno libre de limpieza para el área, los cuales se ubicaban antes del inicio de los trabajos y al concluir los mismos.

Tabla 5

Horario de limpieza en el área de armado

PROGRAMA DE LIMPIEZA	
OBJETIVO: preservar el área de armado limpio y ausente de peligros para evitar accidentes en las operaciones diarias.	
DESCRIPCIÓN: todo el personal debe hacerse cargo de su lugar de trabajo, debe preservarlo limpio y seguro de acuerdo a lo estipulado en el horario que se ha planeado.	
ACTIVIDADES	HORARIO
Limpiar su área de trabajo.	Inicio de la jornada 08:00 a.m.
Limpiar desperdicios que se generan y trasladarlos a la zona de acopio para su posterior tratamiento.	Cuando sea necesario y se tenga tiempo disponible.
Ordenar los materiales y utensilios de limpieza	Fin de la jornada 18:00 p.m.

Fuente: Elaboración propia

- **SEIKETSU (ESTANDARIZAR)**

Para mantener lo avanzado se elaboró un manual (estándar) para que el personal consulte ante cualquier duda y tenga claro los 3 primeros pasos, hasta que forme el hábito.

Adicionalmente se implementó señalización gráfica (imágenes) y letreros para que el personal identifique de manera sencilla las acciones que debe realizar.

Por último se registraron las acciones tanto en las tarjetas rojas como en el listado. Se le indicó al personal, para promover su participación y compromiso, que podían aportar con ideas adicionales.

- **SHITZUKE (DISCIPLINA)**

Mantener en el tiempo todo lo conseguido, para esto se implementó una pizarra donde se muestra la frecuencia de limpieza, para saber que debe limpiarse cada día, y qué utensilio debe utilizarse para esta limpieza; además de los responsables de la limpieza.

Por último se mantuvo seguimiento sobre las acciones pendientes a fin de culminar todas las acciones.

A partir de este punto, se debe realizar de forma mensual, una auditoría 5S, a manera de comprobar la ejecución de actividades pendientes y que se conserva adecuadamente el nivel de 5S. La auditoría 5S se llevó a cabo por medio de un *check list* con la finalidad de evaluar los dos primeros pasos, colocando los resultados de la auditoría en la pizarra con el objetivo de motivar el compromiso del personal.

AUDITORÍA 5S			
PROCESO: _____	PUNTUACIÓN OBTENIDA <input type="text"/>		
FECHA: _____			
	MARCAR	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
1S ELIMINAR			
¿Hay materiales de más en stock en el área?	SI	NO	
¿Hay objetos personales innecesarios en el área?	SI	NO	
¿Hay equipos y materiales que no se utilicen en el área?	SI	NO	
¿Hay restos de señalización del área obsoletos o en mal estado?	SI	NO	
¿Hay documentación innecesaria en el área?	SI	NO	
2S ORDENAR			
¿Están en su ubicación definida los materiales del área?	NO	SI	
¿Están señalizados los elementos del área?	NO	SI	
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas?	NO	SI	
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	NO	SI	
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	NO	SI	
3S LIMPIEZA			
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	SI	NO	
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	SI	NO	
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	NO	SI	
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	NO	SI	
¿Están las entarimas y áreas de almacenaje limpias?	NO	SI	
4S ESTANDARIZAR			
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	NO	SI	
¿Están identificados los materiales del área?	NO	SI	
¿Está la documentación estándar del área actualizada?	NO	SI	
¿Se aplica la gestión visual en el entorno del área?	NO	SI	
¿Es conocida la documentación del proceso por el personal del área?	NO	SI	
5S DISCIPLINA			
¿Se respeta el planning de limpieza?	NO	SI	
¿Se respeta el planning de auditorías?	NO	SI	
¿Se actualiza el plan de acciones?	NO	SI	
¿Se respetan las marcas del suelo?	NO	SI	
¿Se mantiene limpia el área?	NO	SI	
Puntuación 5S = Suma de la columna azul y multiplicadas x 4 <input type="text"/>			

Figura 38. Formato de auditoría 5S

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Jidoka

Para mejorar la calidad en la empresa la Gerencia y la jefatura de Producción implementaron el Jidoka o control autónomo de defectos en el área de armado, empeñándose en el trabajo para hacer las cosas bien y a la primera a todo nivel. Esto buscando lograr la total satisfacción de los clientes internos y externos.

Para el éxito del Lean Manufacturing fue fundamental la delegación de la autoridad a los operarios por lo que se realizó una capacitación al personal designado para el equipo de implementación (Kaizen Jidoka). (Ver Anexo 12).

El enfoque de la capacitación estuvo centrada en identificar los problemas por parte de los trabajadores del equipo, se les animó a que se reunieran durante los tiempos libres, para analizar los problemas e intentar hallar las causas de los mismos.

Autonomatización (automatización con un toque humano)

Una máquina autonomatizada viene a ser la que está enlazada a un dispositivo de detención automático para advertir la fabricación de calzados defectuosos; así se une a las máquinas un toque humano.

Así pues, para asegurar una mejora en la calidad, cualquier persona puede identificar y notificar de un defecto a través de una pizarra implementada (semáforo) e incluso puede detener la producción.



Figura 39. Pizarra “semáforo”

Fuente: Elaboración propia

En la práctica esto funciona de la siguiente manera:

- Color verde revela que no hay problemas, por lo que no se escribe nada en la pizarra.
- Color ámbar revela que la producción se está retrasando, pero el armador que ha detectó el problema está debidamente capacitado para poder resolverlo por el mismo.

- Color rojo indica la detección de un problema complejo que no puede ser solucionado por el armador, el proceso se para de manera que el supervisor debe solucionarlo.

La matriz de Auto Calidad (MAQ)

La implementación de la matriz de auto calidad nos permitió visualizar “dónde” se produjeron los defectos en un proceso dado y “hasta quién llegan”, es decir, el lugar en que se detectaron.

Se elaboró una hoja de registro de defectos para cada una de las operaciones del proceso de armado, la cual fue llenada diariamente y entregada al supervisor.

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS							
PRODUCTO:			OPERACIÓN:				
TRABAJADOR:			LOTE:				
ITEM	DESCRIPCIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	ACUMULADO
1	Roturas de cuero						
2	Cortes mal armados						
3	Imperfecciones del cuero						
4	Ajuste de máquinas						
5	Costura torcida						
6	Cortes cortos						
7	Insumos desiguales						
8	Forro manchado						

Figura 40. Hoja de registro de defectos

Fuente: Elaboración propia

La recopilación de datos permitió:

- Analizar los defectos a partir de datos reales.
- Identificar donde se ha producido el defecto.
- Identificar donde se ha detectado el defecto.

Luego con los datos se procedió a elaborar la MAQ.

MATRIZ DE AUTO CALIDAD (MAQ)																		
PRODUCTO:				LOTE:				PERÍODO FABRICACIÓN:										
OPERACIÓN DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	OPERACIÓN DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO																TOTAL DEFECTOS	
	Preparar materiales	Conformar cortes	Forrar falsa	Cardar falsa	Unir falsa y horma	Empastar cortes	Recortar sobrantes	Preparar armadora	Armar punta	Preparar cerradura	Cerrar talón	Preparar horno	Pasar armado por horno	Forrar taco	Preparar troquelado ra	Dar acabado a la suela		Pegar taco y suela
	Preparar materiales																	
	Conformar cortes																	
	Forrar falsa																	
	Cardar falsa																	
	Unir falsa y horma																	
	Empastar cortes																	
	Recortar sobrantes																	
	Preparar armadora																	
	Armar punta																	
	Preparar cerradura																	
	Cerrar talón																	
	Preparar horno																	
	Pasar armado por horno																	
	Forrar taco																	
	Preparar troqueladora																	
	Troquelar caucho																	
	Dar acabado a la suela																	
	Pegar taco y suela																	

Figura 41. Formato de MAQ

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación se pudo conocer qué defectos son los más recurrentes y se tomaron las medidas necesarias para corregirlos y eliminarlos. Asegurándose de que no vuelvan a presentarse.

5.2.4 Kanban

Con el objetivo de reducir las esperas de abastecimiento de materiales y productos en proceso es que se formó un equipo de trabajo (Kaizen Kanban) para eliminar el despilfarro tiempo de esperas. Se le capacitó en la metodología Kanban. (Ver Anexo 13).

Pull System (Sistema Halar)

Para cumplir el objetivo de fabricar y enviar según la orden de trabajo lo más detallado posible, en el momento y en la cantidad precisa evitando las esperas. Se decidió utilizar el sistema *pull* para reducir el lead time y optimizar la cadena productiva. Igualmente se eligió el proceso de armado para la implementación.

Representación del VSM (Value Stream Mapping)

El equipo de trabajo (Kaizen Kanban) elaboró el VSM actual del armado. (Ver Figura 5.16).

De la Figura 5.16 se apreció que el tiempo de abastecimiento es muy significativo en comparación con el tiempo del proceso.

Definición del Layout

El paso inicial para la implementación del *pull flow* consistió en cambiar el layout actual del área de armado.

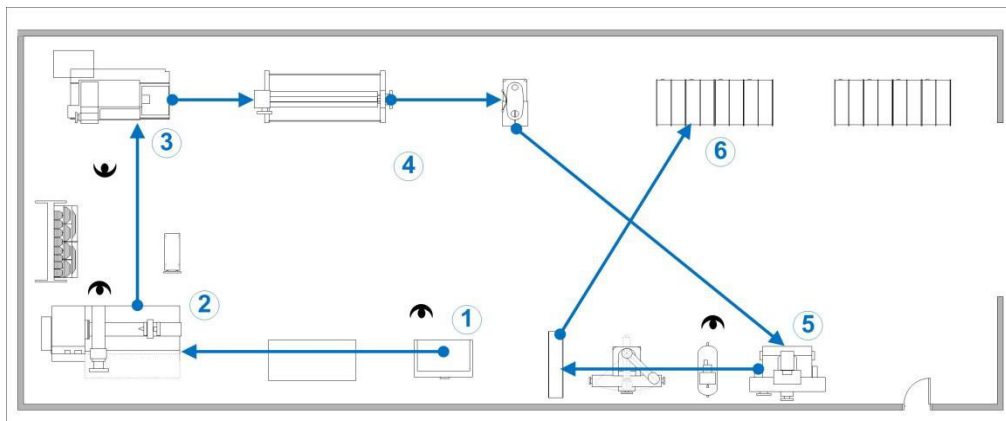


Figura 42. Layout actual del proceso de armado
Fuente: Elaboración propia

De la figura 5.28 se identificó que entre los ítems 5 y 6 puede realizarse una transposición a manera de generar un tren logístico de suministro de materiales y productos en proceso para conseguir el layout final del área de armado donde se va a aplicar el *pull flow*.

La implementación del sistema *pull flow*, lo que se busca es obtener un periodo de abastecimiento de línea lo más corto posible, con el material y productos en procesos justos para fabricar los calzados del lote hasta el siguiente ciclo de aprovisionamiento.

Diseño de la “U” Logística

Una "U" logística viene a ser un almacén totalmente distinto al concepto tradicional, ya que las estanterías están colocadas en forma de U. Este sistema es muy flexible, porque mientras por un lado se puede estar abasteciendo material y productos en proceso en las estanterías, por otro lado se puede igualmente estar trabajando retirando el material o producto en proceso que sean necesarios para las operaciones del proceso de armado.

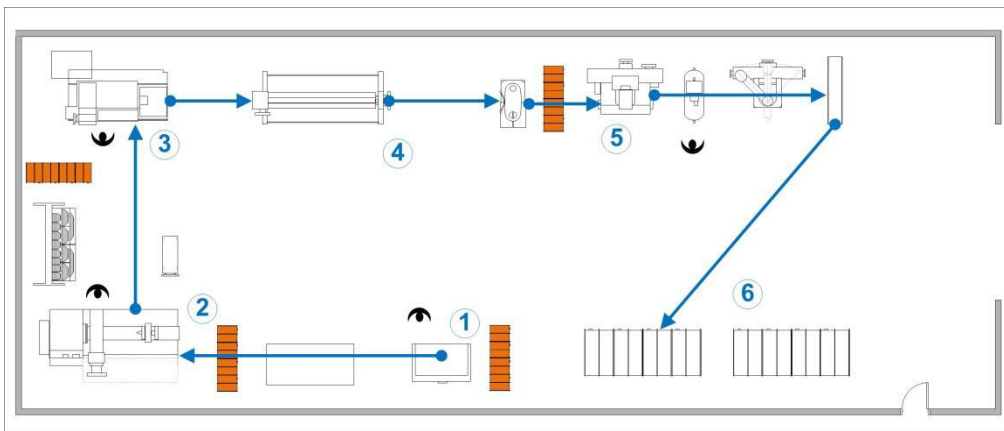


Figura 43. Layout final con diseño “U” del proceso de armado

Fuente: Elaboración propia

Definición de los elementos propios del Sistema de Tarjetas Kanban

Existen dos circuitos de información Kanban, primero lo relativo a los requerimientos o solicitudes del cliente que gestiona el área de Abastecimiento, y segundo lo dirigido hacia las líneas de producción sobre los pares de calzado que hay que fabricar que lo realiza el área de Producción.

Tanto el área de Abastecimiento como de Producción coordinaron para firmar un contrato mensual para que se garantice el suministro de materiales para fabricar a tiempo los productos. Abastecimiento se comprometió a identificar nuevos proveedores para mejorar los tiempos de abastecimiento (Lead time), mientras que Producción implementó una caja de nivelación en la “U” logística para que se colocaran las tarjetas

Kanban, con la debida anticipación, en base a la programación de la producción. También se acordó firmar contratos mensuales, a manera de renovar el compromiso y verificar el cumplimiento de ambos departamentos.

KANBAN DE TRANSPORTE		
Referencia: 00135		
Descripción: Falsa		
Modelo: Alto 90 Cerrado		
Cantidad	Unidad	Kanban N°
12	Par	52

DE: _____
Almacén Insumos

A: _____
Área de Armado

Figura 44. Tarjeta Kanban
Fuente: Elaboración propia

Una vez implementado el nuevo layout de la planta, se convirtió el área de armado en líneas flexibles, se implantó el tren logístico con su circuito de abastecimiento y retirada de materiales y producto en proceso en forma “U” y con la implementación de tarjetas de solicitud de materiales según las necesidades del proceso, y en estas condiciones se pudo asegurar que se trabajaba en un sistema *pull flow*.

5.2.5 SMED

El primer paso consistió en seleccionar al equipo (Kaizen SMED) que va a trabajar en la implementación del SMED y se lo capacitó en los temas correspondientes. (Ver Anexo 14).

Para un adecuado análisis se grabó el proceso de armado que incluyó todas las operaciones desde la culminación del último par de calzado de un lote hasta el inicio del primer par del calzado del siguiente lote.

Después de la etapa de capacitación se inició la implementación de los cinco pasos del SMED:

Identificar las actividades en las que se divide el modelo

El primer paso a realizar consistió en observar detenidamente el vídeo que se había elaborado previamente con un cambio de molde para el armado de un lote de calzado y se apuntaron las distintas operaciones o actividades, el personal que las realizó y el tiempo que le tomó realizarla.

Estas actividades se fueron listando de forma secuencial, obteniéndose como resultado un cronograma de las actividades y su respectivo tiempo dedicado para ejecutar el cambio del molde.

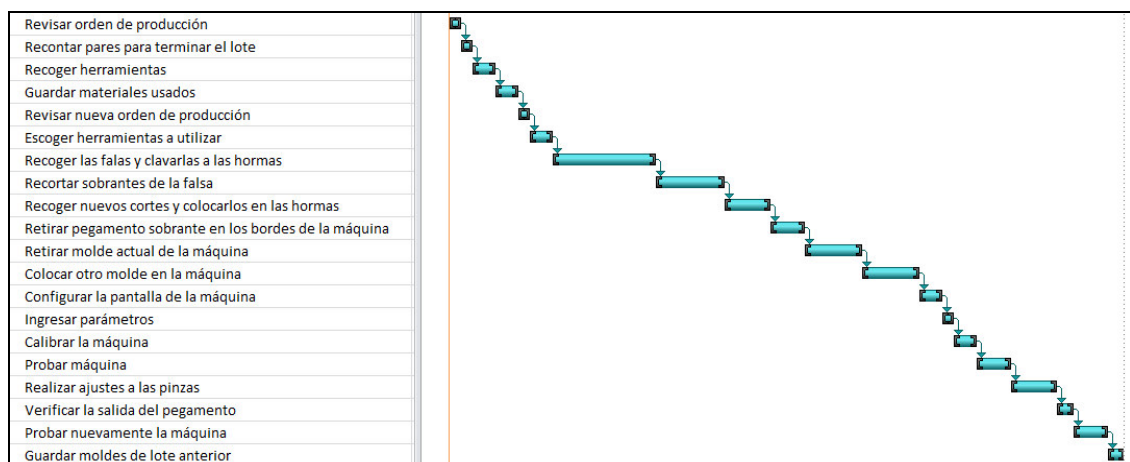


Figura 45. Cronograma inicial del tiempo dedicado a realizar el cambio de molde
Fuente: Elaboración propia

Separar las actividades de preparación internas de las externas

Una vez enumeradas todas las actividades de cambio, se identificaron cuáles de estas actividades se realizaron con la máquina en operación o marcha (MM) o con la máquina parada (MP). Las MM son operaciones externas y las MP son operaciones internas.







TIEMPO DEDICADO A REALIZAR EL CAMBIO DE MOLDE				
		 MM (Máquina en marcha)	 MP (Máquina parada)	
	ITEM	OPERACIÓN	TIEMPO (seg)	MM/MP
Producción Anterior	1	Revisar orden de producción	30	
	2	Recontar pares para terminar el lote	30	
Preparación Mecánica	3	Recoger herramientas	60	
	4	Guardar materiales usados	60	
	5	Revisar nueva orden de producción	30	
	6	Escoger herramientas a utilizar	60	
	7	Recoger las falsas y clavarlas a las hormas	270	
	8	Recortar sobrantes de la falsa	180	
	9	Recoger nuevos cortes y colocarlos en las hormas	120	
	10	Retirar pegamento sobrante en los bordes de la máquina	90	
	11	Retirar molde actual de la máquina	150	
	12	Colocar otro molde en la máquina	150	
	13	Configurar la pantalla de la máquina	60	
	14	Ingresar parámetros	30	
	15	Calibrar la máquina	60	
	16	Probar máquina	90	
	17	Realizar ajustes a las pinzas	120	
	18	Verificar la salida del pegamento	45	
	19	Probar nuevamente la máquina	90	
	20	Guardar moldes de lote anterior	45	
TIEMPO TOTAL (seg)			1,770	
TIEMPO TOTAL (min)			29.5	

Figura 46. Tiempo de cambio de molde de calzado

Fuente: Elaboración propia

Convertir las actividades de preparación internas en externas

Se trata de cambiar las actividades que se realizan con la máquina detenida o parada a actividades que se puedan realizar con la máquina en operación o marcha.

Después del análisis del equipo (Kaizen SMED) se llegó a la conclusión de que las siguientes actividades internas podían ser convertidas a externas:

- Retirar pegamento sobrante en los bordes de la máquina, al terminar el armado del último par la zona de inyección de pegamento empieza a enfriarse, y mientras el operador realiza otras operaciones, termina por enfriarse completamente por lo que no es necesario tener la máquina apagada.

- Realizar ajustes a las pinzas, en la pantalla de la máquina hay una opción rápida para bloquear el movimiento de las pinzas, por lo que no habría que apagar la máquina para ajustar las pinzas, sino bloquear el movimiento para realizar esta operación y al terminar desbloquearla.

Reducir las actividades internas

En aquellas tareas con la máquina parada donde no es posible hacerlas con la máquina en marcha, se intentó reducir al máximo posible el tiempo dedicado al cambio. Para esto se realizó una tormenta de ideas (brainstorming) entre los miembros o integrantes del equipo (Kaizen SMED) para hallar alternativas a la manera actual con que se vienen realizando las diferentes actividades en el cambio para así reducir su tiempo.

Dentro de las alternativas que se eligieron tenemos:

- Se colocaron instrucciones visuales claras y sencillas para que cualquier personal que vaya a operar la máquina no tenga mayores dificultades en la preparación de la misma.
- Se capacitó al ayudante para que apoye en las actividades de retiro y colocación de los moldes en la preparación mecánica.

Reducir las actividades externas

Se listan los ejemplos donde se redujeron las actividades externas:

- Se utilizó el menor número de herramientas posibles para evitar invertir tiempo en su búsqueda. También se implementó un estante móvil para herramientas.
- El ayudante se encargó de las operaciones de la producción anterior (revisar orden de producción y recontar pares para terminar el lote) y se le brindó un

entrenamiento básico para apoyar con las operaciones de: recoger las falsas y clavarlas a las hormas, recoger nuevos cortes y colocarlos en las hormas y guardar moldes de lote anterior.

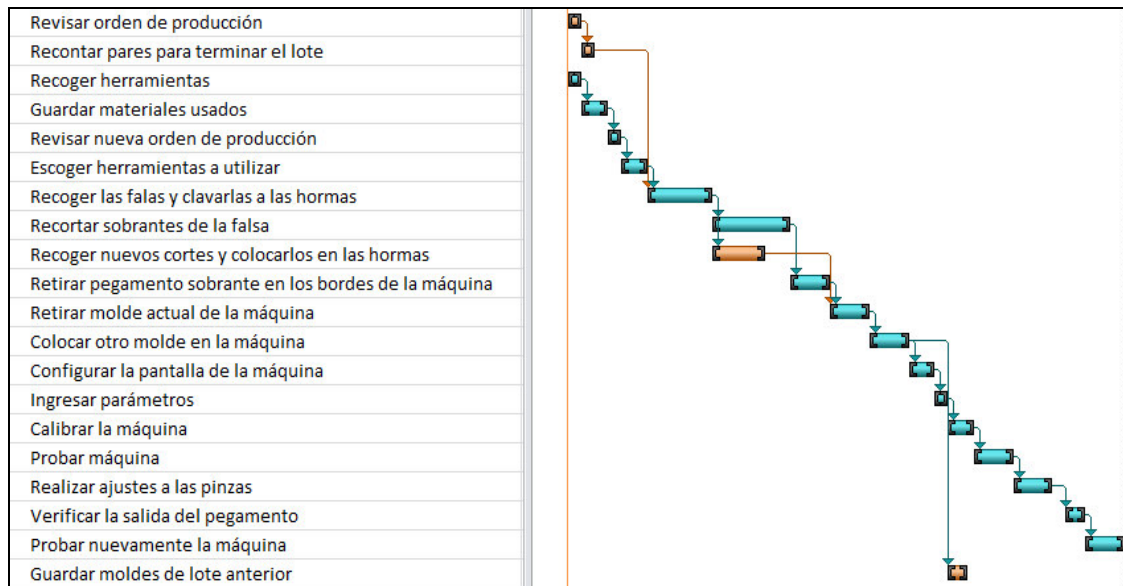


Figura 47. Cronograma final del tiempo dedicado a realizar el cambio de molde

Fuente: Elaboración propia

Apreciamos que ahora hay actividades en las que participa directamente el ayudante por lo que el cronograma se ha reducido.

5.3 Análisis y Resultados

Gracias a las herramientas del Lean Manufacturing se logró eliminar las actividades que no agregan valor al proceso que son innecesarias y se mejoró las actividades que no agregan valor al proceso pero que son necesarias. (Ver Anexo 15).

5S

Redujo los tiempos de búsqueda, la preparación de materiales y el transporte de materiales y producto en proceso.

Jidoka

Permitió reducir los defectos en 57.14%, esto es más de la mitad, gracias a la detección temprana y un adecuado análisis de los mismos. Aunque se continuará la búsqueda de “cero defectos”.

Kanban

Redujo el lead time en un 10.00% y aunque es una mejora aún está lejos del tiempo que se tiene planificado.

SMED

Redujo en 47.22% los tiempos de preparación de las máquinas: armadora de punta, cerradora de talón, horno y troqueladora.

De las herramientas implementadas se obtuvieron nuevos datos para analizar los índices de:

- **Calidad:** Número de pares diarios defectuosos (Ver Anexo 16).
- **Lead time:** Tiempo de abastecimiento (Ver Anexo 17).
- **Productividad:** Tiempo de producción por par (Ver Anexo 18) y Número de pares diarios producidos (Ver Anexo 19).

Con los nuevos datos se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 5
Indicadores del proceso de Armado después de implementación

ÍNDICE	INDICADOR	UNIDAD	PLAN	ANTES	DESPUES
CALIDAD	Número de pares diarios defectuosos	pares	0	7	3
LEAD TIME	Tiempo de abastecimiento por par	min/par	0	20	18
PRODUCTIVIDAD	Tiempo de producción por par	min/par	22	24	19.00
	Número de pares diarios producidos	pares	80	68	84

Fuente: Elaboración propia

5.4 Contrastación de hipótesis

La hipótesis general de investigación la contrastaremos a través de las hipótesis estadísticas.

5.4.1 Formulación de la hipótesis estadística de Calidad

H₀: La metodología Lean Manufacturing no reduce el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas.

H₁: La metodología Lean Manufacturing reduce el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas.

Nivel de significancia

El nivel de significancia fue de 5%, por lo tanto: $\alpha=0.05$.

Elección del estadístico de prueba

P-valor $\geq \alpha$, las observaciones se ajustan a una población de distribución normal

P-valor $< \alpha$, las observaciones no se ajustan a una población de distribución normal

Mediante la prueba Shapiro Wilk (debido a que el número de observaciones son menores a 50) en SPSS se encontró que para ambos indicadores Número de pares diarios defectuosos Antes (ParDiaDefAntes) y Número de pares diarios defectuosos Después (ParDiaDefDespues) los P-valor (nivel de significancia) son mayores a α ($\alpha = 0.05$) por lo que se concluyó que ambas muestras provienen de una población de distribución normal. (Ver Anexo 20).

Debido a que los datos de las observaciones antes y después de la implementación tienen una distribución normal se hizo uso de la diferencia de medias (T de Student para muestras independientes) del SPSS.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
ParesDíaDefec	Se asumen varianzas iguales	.000	.991	10.558	58	.000	4.03333	.38202	3.26864 4.79803
	No se asumen varianzas iguales			10.558	58.000	.000	4.03333	.38202	3.26864 4.79803

Figura 48. Diferencia de medias para Número de pares diarios defectuosos

Fuente: Elaboración propia

De la prueba Levene, el P-valor (nivel de significancia) es 0.991 y al ser mayor que el α ($\alpha = 0.05$), se concluyó que las varianzas son iguales.

Como conclusión final de la prueba, el P-valor (nivel de significancia bilateral) es 0.000 y es menor que el α ($\alpha = 0.05$), se rechazó H_0 por lo que se aceptó H_1 y se puede afirmar que la metodología Lean Manufacturing reduce el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas.

5.4.2 Formulación de la hipótesis Lead time

H_0 : La metodología Lean Manufacturing no reduce el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas.

H_1 : La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas.

Nivel de significancia

El nivel de significancia fue de 5%, por lo tanto: $\alpha=0.05$.

Elección del estadístico de prueba

P-valor $\geq \alpha$, las observaciones se ajustan a una población de distribución normal

P-valor $< \alpha$, las observaciones no se ajustan a una población de distribución normal

Mediante la prueba Shapiro Wilk (debido a que el número de observaciones son menores a 50) en SPSS se encontró que para ambos indicadores Tiempo de abastecimiento Antes (LeadTimeAntes) y Tiempo de abastecimiento Después (LeadTimeDespues) los P-valor (nivel de significancia) son mayores a α ($\alpha = 0.05$) por lo que se concluyó que ambas muestras provienen de una población de distribución normal. (Ver Anexo 21).

Debido a que los datos de las observaciones antes y después de la implementación tienen una distribución normal se hizo uso de la diferencia de medias (T de Student para muestras independientes) del SPSS.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
LeadTime	Se asumen varianzas iguales	.000	.991	5.323	58	.000	2.03333	.38202	1.26864 2.79803
	No se asumen varianzas iguales			5.323	58.000	.000	2.03333	.38202	1.26864 2.79803

Figura 49. Diferencia de medias para Tiempo de abastecimiento por par
Fuente: Elaboración propia

De la prueba Levene, el P-valor (nivel de significancia) es 0.991 y al ser mayor que el α ($\alpha = 0.05$), se concluyó que las varianzas son iguales.

Como conclusión final de la prueba, el P-valor (nivel de significancia bilateral) es 0.000 y es menor que el α ($\alpha = 0.05$), se rechazó H_0 por lo que se aceptó H_1 y se puede afirmar que la metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas.

5.4.3 Formulación de la hipótesis Productividad

Tiempo de producción

H_0 : La metodología Lean Manufacturing no reduce el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas.

H_1 : La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas.

Nivel de significancia

El nivel de significancia fue de 5%, por lo tanto: $\alpha=0.05$.

Elección del estadístico de prueba

$P\text{-valor} \geq \alpha$, las observaciones se ajustan a una población de distribución normal

$P\text{-valor} < \alpha$, las observaciones no se ajustan a una población de distribución normal

Mediante la prueba Shapiro Wilk (debido a que el número de observaciones son menores a 50) en SPSS se encontró que para ambos indicadores Tiempo de producción por par Antes (TiempoProdAntes) y Tiempo de producción por par Después (TiempoProdDespues) los P-valor (nivel de significancia) son mayores a α ($\alpha = 0.05$) por lo que se concluyó que ambas muestras provienen de una población de distribución normal. (Ver Anexo 22).

Debido a que los datos de las observaciones antes y después de la implementación tienen una distribución normal se hizo uso de la diferencia de medias (T de Student para muestras independientes) del SPSS.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
TiempoProd	Se asumen varianzas iguales	45.338	.000	148.311	58	.000	4.88600	.03294	4.82005 4.95195
	No se asumen varianzas iguales			148.311	29.604	.000	4.88600	.03294	4.81868 4.95332

Figura 50. Diferencia de medias para Tiempo de producción por par
Fuente: Elaboración propia

De la prueba Levene, el P-valor (nivel de significancia) es 0.000 y al ser menor que el α ($\alpha = 0.05$), se concluyó que existe diferencia significativa entre las varianzas.

Como conclusión final de la prueba, el P-valor (nivel de significancia bilateral) es 0.000 y es menor que el α ($\alpha = 0.05$), se rechazó H_0 por lo que se aceptó H_1 y se puede afirmar que la metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas.

Número de pares producidos

H_0 : La metodología Lean Manufacturing no incrementa el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas.

H_1 : La metodología Lean Manufacturing incrementa el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas.

Nivel de significancia

El nivel de significancia fue de 5%, por lo tanto: $\alpha=0.05$.

Elección del estadístico de prueba

P-valor $\geq \alpha$, las observaciones se ajustan a una población de distribución normal

P-valor $< \alpha$, las observaciones no se ajustan a una población de distribución normal

Mediante la prueba Shapiro Wilk (debido a que el número de observaciones son menores a 50) en SPSS se encontró que para ambos indicadores Número de pares diarios producidos Antes (ParesDiaProdAntes) y Número de pares diarios producidos Después (ParesDiaProdDespues) los P-valor (nivel de significancia) son mayores a α ($\alpha = 0.05$) por lo que se concluyó que ambas muestras provienen de una población de distribución normal. (Ver Anexo 23).

Debido a que los datos de las observaciones antes y después de la implementación tienen una distribución normal se hizo uso de la diferencia de medias (T de Student para muestras independientes) del SPSS.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
ParesDiaProd	Se asumen varianzas iguales	.000	.991	-41.970	58	.000	-16.03333	.38202	-16.79803 -15.26864
	No se asumen varianzas iguales			-41.970	58.000	.000	-16.03333	.38202	-16.79803 -15.26864

Figura 51. Diferencia de medias para Número de pares diarios producidos
Fuente: Elaboración propia

De la prueba Levene, el P-valor (nivel de significancia) es 0.991 y al ser mayor que el α ($\alpha = 0.05$), se concluyó que las varianzas son iguales.

Como conclusión final de la prueba, el P-valor (nivel de significancia bilateral) es 0.000 y es menor que el α ($\alpha = 0.05$), se rechazó H_0 por lo que se aceptó H_1 y se puede afirmar que la metodología Lean Manufacturing incrementa el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas.

5.5 Discusión de resultados

En base a los resultados obtenidos de la metodología implementada se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de pares diarios defectuosos: se redujeron de 7 pares diarios a 3 pares diarios.

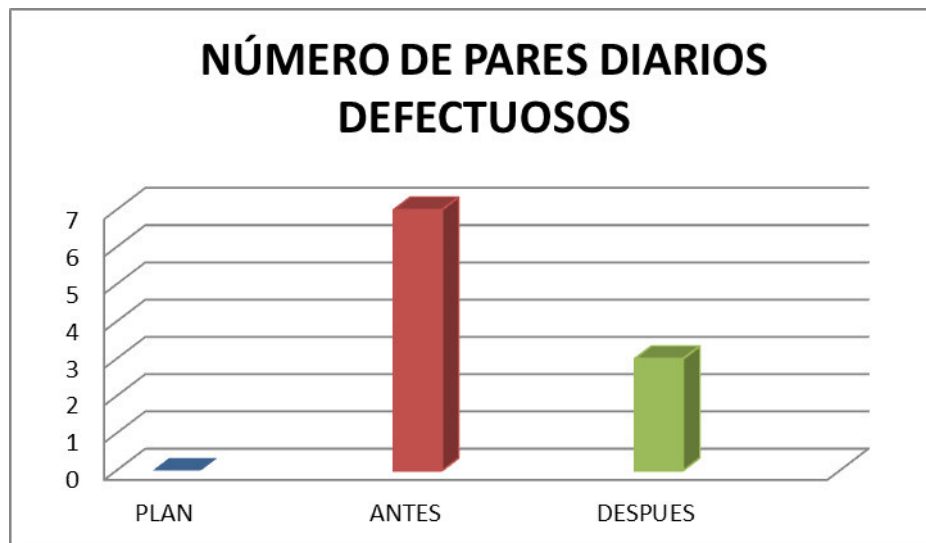


Figura 52. Resultados del Número de pares diarios defectuosos
Fuente: Elaboración propia

Tiempo de abastecimiento por par: se redujo de 20 minutos a 18 minutos.

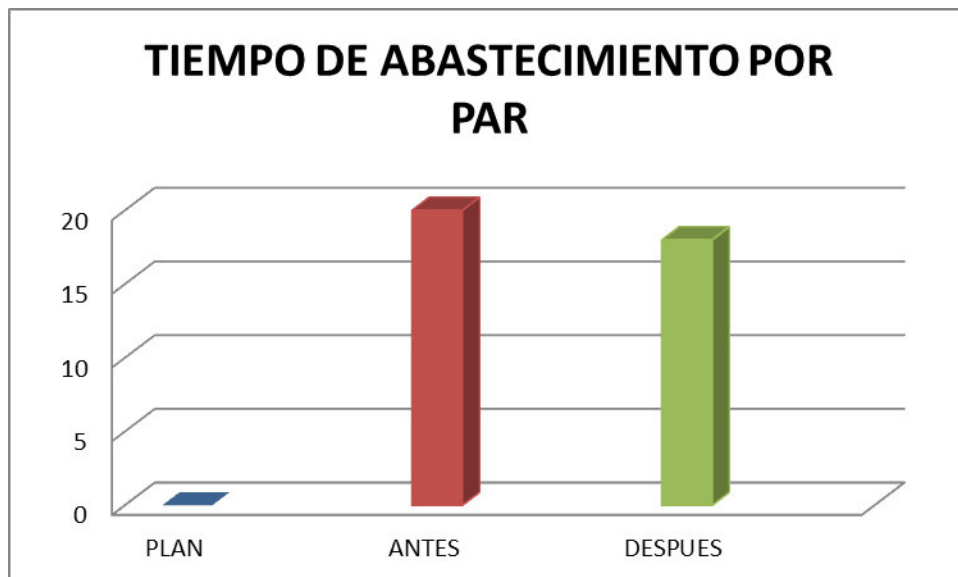


Figura 53. Resultados Tiempo de abastecimiento por par
Fuente: Elaboración propia

Tiempo de producción por par: se redujo de 24 minutos a 19 minutos.

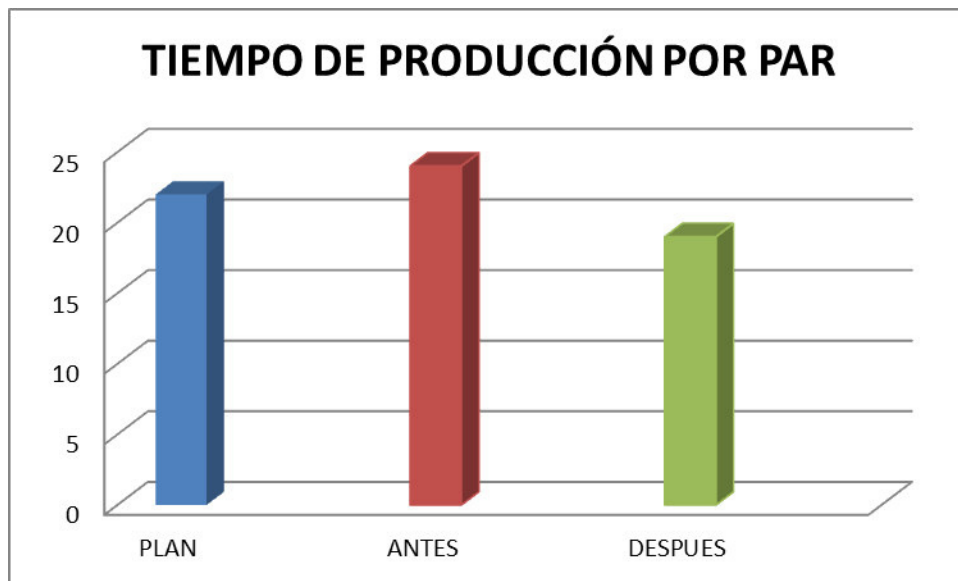


Figura 54. Resultados Tiempo de producción por par
Fuente: Elaboración propia

Número de pares diarios producidos: se incrementó de 68 pares a 84 pares.

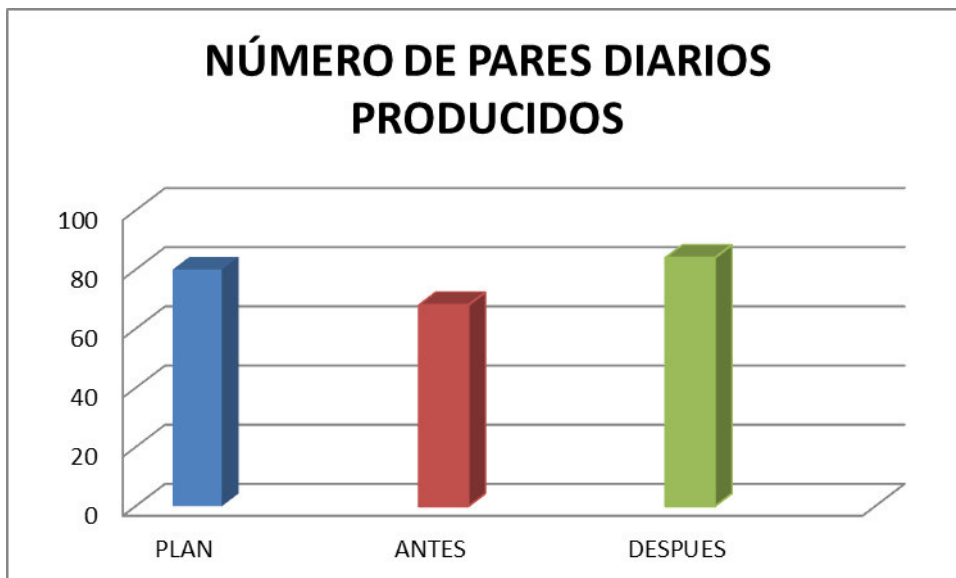


Figura 55. Resultados Número de pares diarios producidos
Fuente: Elaboración propia

Con los resultados totales obtenidos y habiendo aceptado las hipótesis específicas, concluimos que se acepta la hipótesis general: la metodología Lean Manufacturing mejora el proceso de fabricación de calzado para damas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Para una adecuada implementación de la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas son necesarios el compromiso y la participación de toda la organización, empezando por la Gerencia y llegando hasta todos y cada uno de los trabajadores. También se debe considerar la capacitación del personal, ya que ellos son los “dueños de los procesos”.
- La implementación de la herramienta 5S es una de las bases para la implementación de las demás herramientas debido a que además de proporcionar un ordenado y adecuado ambiente de trabajo, promueve el trabajo en equipo y motiva al personal hacia la obtención de los objetivos planteados.
- La implementación de la herramienta Jidoka a través de la Autonomatización y la Matriz de auto calidad permitieron reducir en 4 el número de pares de calzados defectuosos, lográndose disminuir en 57.14% los productos defectuosos del total de pares producidos.
- La implementación de la herramienta Kanban a través del Pull System, el VSM, el Layout, el Diseño de la “U” logística y el sistema de tarjetas permitieron reducir el tiempo de abastecimiento en 2 minutos, lo cual representa un 10.00% del tiempo de abastecimiento inicial de producción.
- La implementación de la herramienta SMED permitió reducir en 4,7 minutos el tiempo de preparación para el cambio de lote de producción, lo cual representa

un 47.22% del tiempo de preparación para el cambio de lote de producción inicial.

- Las herramientas implementadas en su conjunto lograron incrementar la productividad en 20.00%, por un lado permitieron reducir el tiempo de producción por par de calzado en 5 minutos, lo cual representa un 20.83% del tiempo actual.
- Se incrementó el número de pares de calzados diarios producidos en 16 pares, lo cual representa un 23.53% de la producción actual.

6.2 Recomendaciones

- Implementar la metodología Lean Manufacturing en los demás procesos para mejorar los índices de calidad, lead time y productividad. Conformar un equipo Kaizen con personal de todas las áreas y capacitarlos adecuadamente para la implementación.
- Para mejorar aún más el lead time (en cuanto al abastecimiento de materias primas) se debe elaborar un procedimiento para la evaluación y calificación de proveedores.
- Realizar verificaciones trimestrales para identificar oportunidades de mejora y corregir cualquier problema o desviación.
- Implementar la metodología Lean Manufacturing en empresas de calzado y en cualquier otra industria debido a que la metodología basa sus herramientas en aplicaciones lo más simple posibles que permiten eliminar los despilfarros.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, C. (2012). Metodología de Investigación Científica Aplicado a la Ingeniería. (Proyecto de Investigación) Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Araníbar, M. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. (Tesis de grado) Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperada de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5303/Aranibar_gm.pdf;jsessionid=5DE1DFA5998F8D3C8ECF668961816F24?sequence=1
- Arroyo, N. (2018). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica. (Tesis de grado) Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperada de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/9778/Arroyo_pn.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Beltrán, C. & Soto, A. (2017). Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S. (Tesis de grado) Colombia: Universidad de La Salle. Recuperada de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21273/47121001_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carranza, D. (2016). Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. (Tesis de grado) Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperada de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6084/Carranza_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chávez, C. & Méndez, J. (2014). Aplicación de la Manufactura Lean a un proceso de troquelado. (Tesis de grado) México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperada de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5449/tesis.pdf?sequence=1>

D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: Un enfoque en procesos para la gerencia (1ª edición). México: Pearson Educación.

García, A. (2011). Productividad y reducción de costos: Para la pequeña y mediana industria (2ª edición). México: Editorial Trillas.

García, R. (2007). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo (2ª edición). México: Editorial Mc Graw Hill.

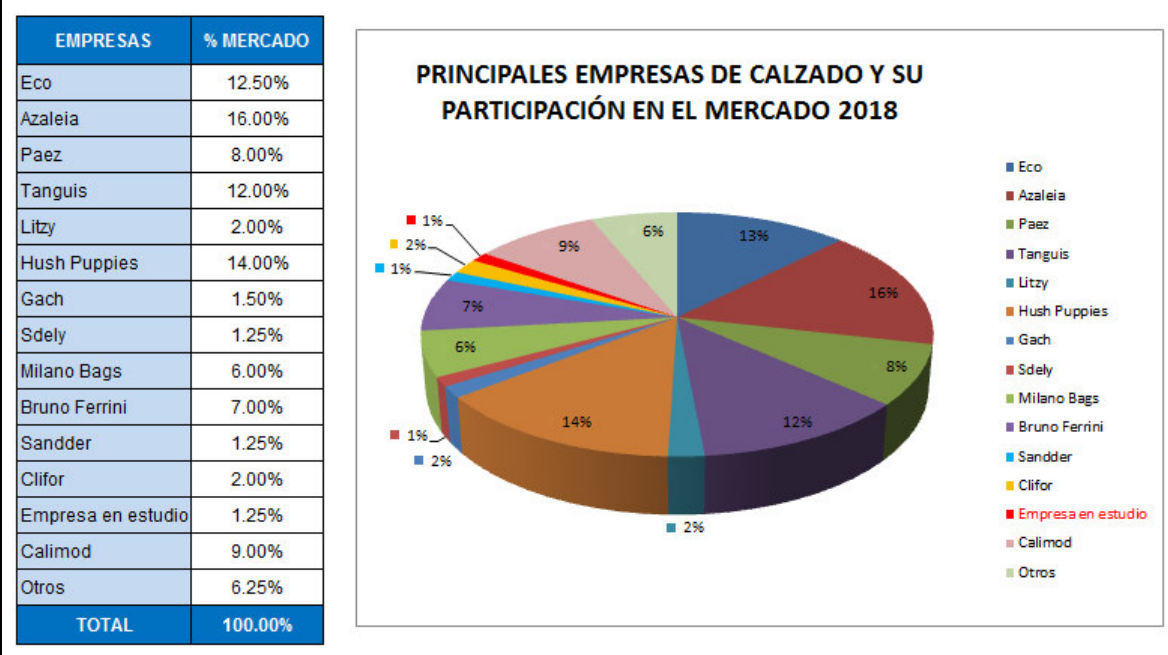
Gómez, O. (2013). Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Calzado Beatriz De Vargas. (Tesis de grado) Colombia: Universidad Industrial de Santander. Recuperada de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/149842.pdf>

- Guajardo, D. (1996). Administración de la calidad total: Conceptos y enseñanzas de los grandes maestros de la calidad. México: Editorial Pax México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Imai, M. (2013). Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa. México: Editorial Patria.
- Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. España: Editorial Bubok Publishing S.L.
- Medianero, D. (2016). Productividad total: Teoría y métodos de medición (1ª edición). Perú: Editorial Macro.
- Organización Internacional del Trabajo. (OIT, 2016). Mejore su negocio: El recurso humano y la productividad (1ª edición). Suiza: Publicaciones de la OIT.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Rey, F. (2005). Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo. España: Editorial Fundación Confemetal.
- Summers, D. (2006). Administración de la calidad (1ª edición). México: Editorial Pearson Educación.

- Umba, N. & Duarte, J. (2017). Propuesta para implementar herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojábanas El Goloso. (Tesis de grado) Colombia: Universidad de La Salle. Recuperada de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21775/47111109_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2011). Manual de Lean Manufacturing: Guía básica (2ª edición). México: Editorial Limusa.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2016). Sistema 5S's: Guía de implementación. México: Editorial Limusa.
- Yauri, L. (2015). Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado. (Tesis de grado) Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperada de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6454>

ANEXOS

Anexo 1 Principales Empresas de Calzado para damas y su participación en el mercado 2018



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas?	Mejorar el proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.	La metodología Lean Manufacturing mejora el proceso de fabricación de calzado para damas.	Variable independiente: Lean Manufacturing	* Análisis de la Cadena de Valor (VSM) * Jidoka * Kanban * SMED	* Tiempo de actividades * Número de pares defectuosos * Tiempo de abastecimiento * Tiempo de preparación para cambio de moldes	Tipo: Aplicada y Explicativa Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental con grado de variable cuasi experimental Población: Todos los procesos de la fabricación de calzado de damas Muestra: No probabilístico Por conveniencia (Proceso de armado)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a la reducción del número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas?	Reducir el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.	La metodología Lean Manufacturing reduce el número de pares defectuosos del proceso de fabricación de calzado para damas.				
¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a reducir el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas?	Reducir el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.	La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de abastecimiento del proceso de fabricación de calzado para damas.		* Calidad * Lead time	* Número de defectos * Tiempo de abastecimiento	
¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a reducir el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas?	Reducir el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.	La metodología Lean Manufacturing reduce el tiempo de producción del proceso de fabricación de calzado para damas.				
¿De qué manera la metodología Lean Manufacturing contribuye a incrementar el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas?	Incrementar el número de pares producidos en el proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.	La metodología Lean Manufacturing incrementa el número de pares producidos del proceso de fabricación de calzado para damas.	Proceso de fabricación	* Productividad	* Tiempo de producción * Número de pares diarios producidos	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN SUBVARIABLES	INDICADOR	ITEM	ESCALA
Lean Manufacturing	Búsqueda de una mejora del sistema productivo mediante la eliminación del despilfarro, entendiendo como despilfarro a todas aquellas actividades que no agregan valor al producto.	Análisis de la Cadena de Valor (VSM)	* Tiempo de actividades	¿Cuántos actividades agregan valor a los productos?	* 1 - 10 und. * 11 - 20 und. * 21 - a más und.
		Jidoka	* Número de pares defectuosos	¿En qué medida se presentan los defectos por serie producida?	* 1 - 5 pares * 6 - 10 pares * 11 - 15 pares * 16 - 20 pares * Corte
		Kanban	* Tiempo de abastecimiento	¿En qué proceso se presentan la mayor cantidad de defectos?	* Aparado * Prefinito * Armado * Ensuelado * Acabado
		SMED	* Tiempo de preparación para cambio de moldes	¿El stock de materiales llega a tiempo?	
Proceso de fabricación	Secuencia ordenada de procesos que permite transformar las materias primas (cuero, falsa, suela, etc.) en calzado.	Calidad	* Número de defectos	¿En qué medida se presentan los defectos por serie producida?	* 0 - 5 pares * 6 - 10 pares * 11 - 15 pares * 16 - 20 pares * 0 - 5 min.
		Lead Time	* Tiempo de abastecimiento	¿En qué rango se encuentra el tiempo de abastecimiento de materiales?	* 6 - 10 min. * 11 - 15 min. * 16 - 20 min.
		Productividad	* Tiempo de producción	¿En qué rango se encuentra la producción de pares por día?	* 50 - 60 pares. * 61 - 70 pares. * 71 - 80 pares. * 81 - 90 pares.
			* Número de pares diarios producidos	¿En qué rango se encuentra en tiempo de producción por par?	* 91 - 100 pares. * 40 - 50 min. * 51 - 60 min. * 61 - 70 min. * 71 - 80 min.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Indicadores del VSM actual de la empresa

VSM ACTUAL						
	CORTE	DESBASTE	APARADO	ARMADO	ENSUELADO	ACABADO
Tiempo de operación plan	12	4	17	22	9	12
Tiempo de operación efectivo	8	1.5	12.25	14	2.5	6.75
Tiempos muertos	4	2	3.25	10	6.5	4
Tiempos entre operación	2	1	3	2	2	2
Tiempo de operación real	14	4.5	18.5	26	11	12.75
Lead Time	9	2	7	20	5	7
Defectos	0.49%	0.37%	0.55%	1.65%	0.41%	0.27%
OEE	90%	85%	87%	80%	85%	90%
Número de operarios	2	1	3	3	2	2
Número de turnos	1	1	1	1	1	1

Fuente: Empresa en estudio

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE ARMADO (min)				
ACTIVIDADES	MEDIA	VA	NYAN	NYAI
Observar modelo	0.25		0.25	
Preparar herramientas e insumos	0.25		0.25	
Cortar contrafuerte	0.25	0.25		
Conformar talón	1.00	1		
Separar falsas	0.25			0.25
Colocar pegamento a falsa y su forro	1.00	1		
Pegar forro en la falsa	1.00	1		
Marcar falsa según molde	0.25		0.25	
Cardar falsa	0.50	0.5		
Preparar hormas	0.25			0.25
Clavar la falsa en la horma	0.50	0.5		
Recortar falsa	0.50	0.5		
Colocar pegamento a la falsa	0.50	0.5		
Colocar puntera a la capellada	0.50	0.5		
Empastar la capellada	0.50	0.5		
Colocar la capellada sobre la horma	0.25			0.25
Recortar sobrante de capellada	0.50	0.5		
Transportar hormas a la armadora	0.17		0.17	
Preparar máquina armadora de punta	2.00		2	
Armar punta	1.00	1		
Retirar pegamento sobrante	0.25	0.25		
Transportar hormas a la cerradora	0.17		0.17	
Preparar máquina cerradora de talón	2.00		2	
Cerrar talón	1.00	1		
Retirar pegamento sobrante	0.25	0.25		
Transportar hormas al horno	0.10		0.1	
Preparar horno	1.00		1	
Pasar armado por horno	0.50	0.5		
Estirar arrugas con martillo	0.25	0.25		
Colocar pegamento al taco y su forro	1.00	1		
Pegar forro en el taco	1.00	1		
Colocar cemento al taco	0.25	0.25		
Transportar tacos a la estufa	0.17		0.17	
Preparar troqueladora	2.00		2	
Preparar planchas de caucho	0.25			0.25
Preparar moldes de suela	0.25			0.25
Troquelar el caucho	0.25	0.25		
Fresar el caucho	0.25	0.25		
Realizarle chafalín al caucho	0.25	0.25		
Marcar talla en el caucho	0.25	0.25		
Darle acabado al caucho (suela)	0.25	0.25		
Colocar cemento a la suela	0.25	0.25		
Transportar suelas a la estufa	0.10		0.1	
Reactivar (calentar) taco y suela	0.25		0.25	
Pegar taco y suela	0.25	0.25		
Transportar productos a ensuelado	0.10		0.1	
TIEMPO TOTAL	24.06	14.00	8.81	1.25

Anexo 6 Tiempo de actividades del proceso de armado antes de implementación de Lean Manufacturing

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE ARMADO (min)																																	
ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	MEDIA		
Observar modelo	0.25	0.3	0.25	0.25	0.2	0.25	0.3	0.2	0.25	0.2	0.3	0.25	0.25	0.2	0.3	0.25	0.25	0.2	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.2	0.25	0.3	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	
Preparar herramientas e insumos	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.2	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	
Preparar el molde	0.2	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.3	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.2	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.2	0.25	
Conformar talón			1			0.3		1						0.3		1					0.3		1		1		1					1.00	
Separar las alas	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.2	0.2	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	
Colocar pegamento a la sola y al forro	1	1.5	1		1		0.85	1		1	1	1	1	0.3	1	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Reforzar el forro en la sola			1					0.3														1		1		1				0.3	1	1.00	
Colocar la sola según molde	0.2	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	0.2	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	
Clavar la sola	0.45	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Colocar las medias	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Cerrar la jala en la horma	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	
Recortar la jala	0.6	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	
Colocar pegamento a la sola	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Colocar puntilla a la capellada	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	
Empastar la capellada sobre la horma	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.45	0.5	0.55	0.5	0.6	0.4	0.5	0.50	
Colocar el cemento de capellada	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	
Preparar las hormas a la armadora	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Preparar las hormas a la armadora	0.5	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	
Preparar media armadora de punta	2	2	2	2	2	1.85	2	2	2	1.9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.2	2	2	2	1.8	2	2	2.00
Armar punta	1		0.3														0.85															1.00	
Reforzar pegamento sobrante	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Transportar hormas a la cerradora	0.17	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	
Preparar media cerradora de talón	2.1	2	2	2	1.9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.9	2	1.8	2	2	2	2	2	2.00	
Reforzar talón	1	0.3	0.3									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.3		0.3						1.00	
Preparar media cerradora	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Transportar hormas al horno	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Reforzar talón	1	0.3	0.3									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.3		0.3						1.00	
Preparar hormo	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Preparar armo por hormo	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Entisar armoes con martillo	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Colocar pegamento al solo y al forro	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Reforzar forro en el taco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Colocar cemento al taco	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Colocar la sola a la estufa	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	
Preparar troquelador	2.1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.9	2	2	2	2	2	2	2	1.90	
Preparar troquel	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Preparar moldes de cuero	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Troquelar el caucho	0.3	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Presar el caucho	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Colocar el caucho al caucho	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Armar talca en el caucho	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Darle acabado al caucho (suela)	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Colocar cemento a la suela	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Transportar las suelas a la estufa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Reactivar (calentar) taco y suela	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Pegar taco y suela	0.25	0.3	0.25	0																													

110

Anexo 7 Número de pares diarios producidos en el proceso de armado antes de implementación de Lean Manufacturing

NÚMERO DE PARES PRODUCIDOS POR DÍA																															
PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	MEDIA
Armado	65	68	69	67	66	70	68	67	66	68	65	67	68	70	68	67	65	68	69	67	68	69	67	66	69	66	67	69	66	70	68

Fuente: Empresa en estudio

Anexo 8 Número de pares con defectos en el proceso de armado antes de implementación de Lean Manufacturing

NÚMERO DE PARES CON DEFECTOS EN EL PROCESO DE ARMADO																																	
DEFECTOS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	TOTAL	MEDIA	
Roturas de cuero	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	15	0.50	
Cortes mal armados	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	18	0.60	
Imperfecciones del cuero	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	1.03	
Ajuste de máquinas	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	19	0.63	
Costura torcida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	1.00	
Cortes cortos	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	1.00	
Insumos desiguales	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	17	0.57
Forro manchado	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	36	1.20	
TOTAL DEFECTOS	8	6	4	9	6	7	5	8	7	6	9	5	4	6	5	8	7	6	7	5	7	8	6	9	8	5	7	7	7	4	196	6.53	

Fuente: Empresa en estudio

Anexo 9 Tiempo de abastecimiento en el proceso de armado antes de implementación de Lean Manufacturing

		LEAD TIME (min/par)																														TOTAL	MEDIA	
ARMADO		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	TOTAL	MEDIA	
	Materiales	8	9	8	9	7	8	8	7	10	7	8	7	7	8	8	8	8	7	8	7	8	7	8	8	8	8	9	7	8	9	8	237	7.9
	Prod.Proceso	11	12	12	13	11	12	11	10	11	11	12	10	12	13	10	12	14	11	12	10	12	12	10	11	12	12	12	12	13	13	12	349	11.63
	TOTAL	19	21	20	22	18	20	19	17	21	18	20	17	19	21	18	20	22	18	20	17	20	19	18	19	20	21	19	21	22	20	586	19.53	

Fuente: Empresa en estudio

Anexo 10 Indicadores del VSM futuro de la empresa

VSM FUTURO						
	CORTE	DESBASTE	APARADO	ARMADO	ENSUELADO	ACABADO
Tiempo de operación plan	12	4	17	22	9	12
Tiempo de operación efectivo	6	1	11	12	2	6
Tiempos muertos	3	1	2.5	8	5.5	3
Tiempos entre operación	1.5	1	2.5	1.5	1.5	1.5
Tiempo de operación real	10.5	3	16	21.5	9	10.5
Lead Time	8	1.5	6	15	4	6
Defectos	0.25%	0.19%	0.23%	0.83%	0.21%	0.14%
OEE	90%	85%	87%	80%	85%	90%
Número de operarios	2	1	3	3	2	2
Número de turnos	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Capacitación 5S

	PERSONAL	Metodología 5S	Técnicas 5S
Líder	Jefe de Producción	2 h	4 h
Equipo	Supervisor de Producción	2 h	4 h
	Armador 1	2 h	4 h
	Armador 2	2 h	4 h
	Armador 3	2 h	4 h
	Ayudante	2 h	4 h

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Capacitación Jidoka

	PERSONAL	Filosofía Jidoka	Aplicación	MAQ
Líder	Jefe de Producción	2 h	4 h	2 h
Equipo	Supervisor de Producción	2 h	4 h	2 h
	Armador 1	2 h	4 h	2 h
	Armador 2	2 h	4 h	2 h
	Armador 3	2 h	4 h	2 h
	Ayudante	2 h	4 h	2 h

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Capacitación Kanban

	PERSONAL	Filosofía JIT	Aplicación
Líder	Jefe de Producción	2 h	6 h
Equipo	Supervisor de Producción	2 h	6 h
	Armador 1	2 h	6 h
	Armador 2	2 h	6 h
	Armador 3	2 h	6 h
	Ayudante	2 h	6 h
	Almacenero	2 h	6 h

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Capacitación SMED

	PERSONAL	Herramienta SMED	Procedimiento SMED	Eliminación de despilfarros
Líder	Jefe de Producción	2 h	4 h	4 h
Equipo	Supervisor de Producción	2 h	4 h	4 h
	Armador 1	2 h	4 h	4 h
	Armador 2	2 h	4 h	4 h
	Ayudante	2 h	4 h	4 h

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15 Tiempo de actividades que agregan y no agregan valor al proceso de armado después de implementación de Lean Manufacturing

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE ARMADO (min)				
ACTIVIDADES	MEDIA	VA	NYAN	NYAI
Observar modelo	0.25		0.25	
Preparar herramientas e insumos	0.25		0.25	
Cortar contrafuerte	0.25	0.25		
Conformar talón	1.00	1		
Separar falsas	0.00			0
Colocar pegamento a falsa y su forro	1.00	1		
Pegar forro en la falsa	1.00	1		
Marcar falsa según molde	0.25		0.25	
Cardar falsa	0.50	0.5		
Preparar hormas	0.00			0
Clavar la falsa en la horma	0.50	0.5		
Recortar falsa	0.50	0.5		
Colocar pegamento a la falsa	0.50	0.5		
Colocar puntera a la capellada	0.50	0.5		
Empastar la capellada	0.50	0.5		
Colocar la capellada sobre la horma	0.00			0
Recortar sobrante de capellada	0.50	0.5		
Transportar hormas a la armadora	0.17		0.17	
Preparar máquina armadora de punta	1.00		1	
Armar punta	1.00	1		
Retirar pegamento sobrante	0.25	0.25		
Transportar hormas a la cerradora	0.17		0.17	
Preparar máquina cerradora de talón	1.00		1	
Cerrar talón	1.00	1		
Retirar pegamento sobrante	0.25	0.25		
Transportar hormas al horno	0.10		0.1	
Preparar horno	0.50		0.5	
Pasar armado por horno	0.50	0.5		
Estirar arrugas con martillo	0.25	0.25		
Colocar pegamento al taco y su forro	1.00	1		
Pegar forro en el taco	1.00	1		
Colocar cemento al taco	0.25	0.25		
Transportar tacos a la estufa	0.17		0.17	
Preparar troqueladora	1.00		1	
Preparar planchas de caucho	0.00			0
Preparar moldes de suela	0.00			0
Troquelar el caucho	0.25	0.25		
Fresar el caucho	0.25	0.25		
Realizarle chafaln al caucho	0.25	0.25		
Marcar talla en el caucho	0.25	0.25		
Darle acabado al caucho (suela)	0.25	0.25		
Colocar cemento a la suela	0.25	0.25		
Transportar suelas a la estufa	0.10		0.1	
Reactivar (calentar) taco y suela	0.25		0.25	
Pegar taco y suela	0.25	0.25		
Transportar productos a ensuelado	0.10		0.1	
TIEMPO TOTAL	19.18	14	5.31	0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16 Número de pares con defectos en el proceso de armado después de implementación de Lean Manufacturing

NÚMERO DE DEFECTOS DEL PROCESO DE ARMADO																																	
DEFECTOS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	TOTAL	MEDIA	
Roturas de cuero	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	16	0.53
Cortes mal armados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Imperfecciones del cuero	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	8	0.27	
Ajuste de máquinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Costura torcida	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0.27	
Cortes cortos	1	1	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	0.87	
Insumos desiguales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0.13	
Forro manchado	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	13	0.43	
TOTAL DEFECTOS	4	2	1	3	5	2	0	3	1	4	3	2	3	1	4	5	0	2	1	0	2	4	3	2	3	5	1	3	2	4	75	2.50	

Fuente: Elaboración propia

		LEAD TIME (min/par)																														TOTAL	MEDIA
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	TOTAL	MEDIA
ARMADO	Materiales	7	6	5	6	5	6	6	5	5	6	6	6	5	6	5	5	6	5	6	5	6	5	5	7	6	6	6	5	6	6	169	5.633333
	Prod.Proceso	11	13	10	14	11	12	11	13	11	14	12	13	12	13	10	11	12	14	12	12	12	11	10	12	11	12	13	11	11	12	356	11.86667
	TOTAL	18	19	15	20	16	18	17	18	16	20	18	19	17	19	15	16	17	20	17	18	17	16	15	19	17	18	19	16	17	18	525	17.5

Anexo 18 Tiempo de actividades del proceso de armado después de implementación de Lean Manufacturing

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE ARMADO (min)																																
ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	MECDA	
Observar modelo	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Preparar herramientas e insumos	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Cortar contralente	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Conformar talón	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00	
Separar las falsas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Colocar pegamento a falsa y su forro	1	1.1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00	
Retirar tornillos de la capellada	0.3	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Cardar falsas	0.5	0.45	0.5	0.3	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.50
Preparar hormas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Retirar la falsa de la horma	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.00
Recortar falsas	0.5	0.4	0.5	0.3	0.5	0.45	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.55	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50
Colocar pegamento a la falsa	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.45	0.50
Colocar contralente a la capellada	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.50
Empastar la capellada	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.45	0.50
Colocar la capellada sobre la horma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Cortar contralente de la capellada	0.3	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Transportar hormas a la armadora	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17
Preparar máquina armadora de punta	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Armar punta	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Retirar pegamento sobrante	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Transportar hormas a la cerradora	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17
Preparar máquina cerradora de talón	1	0.9	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Cardar falsas	0.5	0.45	0.5	0.3	0.55	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.50
Retirar araguas con martillo	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Colocar pegamento al falso y su forro	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Retirar tornillos de falso	0.3	0.3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Colocar cemento al taco	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Transportar falsas a la estufa	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17
Preparar planchales de caucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Preparar moldes de suela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Empastar caucho	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Presar el caucho	0.25	0.25	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Realizarle chafal al caucho	0.25	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Marcar falsas en el caucho	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Marcar falso en el caucho (suela)	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Colocar cemento a la suela	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Transportar suelas a la estufa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.10
Transportar suela y suela a estufa	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Pegar taco y suela	0.25	0.3	0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Transportar productos a enuselado	0.1	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.08	0.1	0.1	0.10	
TIEMPO TOTAL	19.31	16.80	19.03	19.06	19.16	19.07	19.45	19.34	19.30	19.36	18.96	19.31	19.28	19.01	19.35	19.41	18.91	19.30	19.24	19.41	19.01	19.22	19.03	19.20	19.16	19.36	19.31	19.16	19.10	19.16	19.10	19.10

Anexo 19 Número de pares diarios producidos en el proceso de armado después de implementación de Lean Manufacturing

NÚMERO DE PARES PRODUCIDOS POR DÍA																															
PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	MEDIA
Armado	83	81	84	85	83	82	84	86	82	81	85	83	84	82	84	86	83	85	84	86	84	81	82	84	83	85	84	82	85	83	84

Anexo 20 Pruebas de normalidad para Pares defectuosos por día Antes y Después

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ParesDiaDefecAntes	.157	30	.057	.939	30	.087
ParesDiaDefecDespues	.132	30	.191	.941	30	.095

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-valor (ParesDiaDefecDespues) = 0.095 > $\alpha = 0.05$

114

Anexo 21 Pruebas de normalidad para Tiempo de abastecimiento por par Antes y Después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LeadTimeAntes	.157	30	.057	.939	30	.087
LeadTimeDespues	.132	30	.191	.941	30	.095

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-valor (LeadTimeAntes) = 0.087 > $\alpha = 0.05$

P-valor (LeadTimeDespues) = 0.095 > $\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22 Pruebas de normalidad para Tiempo de producción por par Antes y Después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TiempoProdAntes	.121	30	.200*	.965	30	.411
TiempoProdDespues	.123	30	.200*	.952	30	.192

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-valor (TiempoProdAntes) = 0.411 > $\alpha = 0.05$

P-valor (TiempoProdDespues) = 0.192 > $\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23 Pruebas de normalidad para Número de pares diarios producidos Antes y Después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ParesDiaProdAntes	.132	30	.191	.941	30	.095
ParesDiaProdDespues	.157	30	.057	.939	30	.087

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-valor (ParesDiaProdAntes) = 0.095 > $\alpha = 0.05$

P-valor (ParesDiaProdDespues) = 0.087 > $\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia